

Ari Nordström

Kriteerit ilmapäästökoneen suunnitel-
man mukaisuuden tarkastamiseen
ja laitevalintaan

Opinnäytetyö
Talotekniikan koulutusohjelma


Tammikuu 2016




MAMK

University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

	Opinnäytetyön päivämäärä
Tekijä(t) Ari Nordström	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Talotekniikka
Nimeke Kriteerit ilmapuhdistuskoneen suunnitelman mukaisuuden tarkastamiseen ja laitevalintaan	
Tiivistelmä Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää työkalu, jolla voitiin vertailla ilmapuhdistus-/ ilmanvaihtokoneiden suunnitelman mukaisuutta ja tehdä laitevalinta. Opinnäytetyö on rajattu koskemaan ns. keskilämpötilakoneita, jotka ovat yleensä koottu tehdasvalmisteisista modulaarisista osista käyttötarkoituksen mukaisiksi kokonaisuuksiksi. Ilmapuhdistuskoneen valinnalla voidaan vaikuttaa olennaisesti rakennuksen sisäilmastoon. Selvitettäviä asioita oli erilaisten ilmanvaihto- ja LTO-laitteiden ominaisuudet ja niiden osuus sähkönkulutukseen ja äänitekniisiin seikkoihin. Työn alkuosassa on selvitetty laitevalinnassa huomioitavia asioita, työn loppupuolella on enemmän käsitelty hankkeen kulkua ja vertailutyökalua sekä sen etuja. Tarkoituksena oli vastata mahdollisimman hyvin tilaajan (=asiakkaamme) tarpeisiin järkevillä laitevalinnoilla ja varmistaa heidän laitteidensa toiminta ja kustannustehokkuus pitkällä aikavälillä mm. energiankulutuksen osalta, sekä pienempinä yllä- ja kunnossapitokustannuksina. Aihetta käsiteltiin taloudellisesta näkökulmasta. Hankintahinta, yllä- ja kunnossapitokustannukset, elinkaari ja tekniset ominaisuudet, kuten SFP-luku, vuosihyötysuhde sekä äänitekniset ominaisuudet olivat painotettavia seikkoja.	
Asiasanat (avainsanat) Ilmapuhdistuskone, ilmanvaihtokone, SFP-luku, energiakulutus, iv-koneiden äänitasot, vertailu	
Sivumäärä 60	Kieli Suomi
Huomautus (huomautukset liitteistä)	
Ohjaavan opettajan nimi Petteri Järvelä	Opinnäytetyön toimeksiantaja Suomen Controlteam Oy

DESCRIPTION

	Date of the bachelor's thesis
Author(s) Ari Nordström	Degree programme and option Building Services Engineering
Name of the bachelor's thesis Criteria for checking the conformity of air handling units to the plans and for choice of equipment	
Abstract <p>The purpose of this bachelor's thesis was to develop a tool which could be used to compare the conformity of air handling units and ventilation units in respect to the plans and to make equipment choices. This thesis only suited so called central air conditioning machines which are normally assembled from factory-made modular parts according to the purpose of use.</p> <p>The choice of air handling unit affects greatly the indoor air of a building. Things to study are the properties of different ventilation units and heat recovery units and their share in electricity consumption and sound problems. This thesis first discusses things that need to be paid attention to in equipment choices and then how the process develops, the comparison tool and its benefits.</p> <p>The purpose was to meet the requirements of the commissioner by reasonable choices and to ensure that their equipment works well and cost efficiently in the long run concerning energy consumption and lower maintenance and service costs.</p> <p>This subject is handled from financial point of view. Acquisition cost, maintenance and service costs, life cycle and technical properties such as SFP number, annual efficiency ratio and sound technical features are to be emphasized.</p>	
Subject headings, (keywords) air handling unit, ventilation machine, SFP number, energy consumption, sound level of ventilation units, comparison	
Pages 60	Language Finnish
Remarks, notes on appendices	
Tutor Petteri Järvelä	Bachelor's thesis assigned by Suomen Controlteam Oy

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	ILMANVAIHTO	2
2.1	Ilmanvaihto ja ilmastointitavat	3
2.1.1	Painovoimainen ilmanvaihto	4
2.1.2	Koneellinen ilmanvaihto lämmöntalteenotolla	4
2.1.3	Ilmastointipalkki-ilmanvaihtojärjestelmä	5
2.1.4	Puhallinkenvektori-ilmastointi.....	5
3	AINEISTO JA MENETELMÄT	6
3.1	Tilantarve ja sijoitus	6
3.2	Ilmankäsittely-/ ilmanvaihtokone	6
3.2.1	Ilmankäsittely- / ilmanvaihtokoneen asennus ja huoltotila.....	8
3.3	Ilmankäsittely- / ilmanvaihtolaitteen (mekaaniset) ominaisuudet	9
3.4	Tiiviys	10
3.4.1	Suodattimen ohivuoto	10
3.4.2	Suoritusarvovaatimukset.....	11
3.5	Koneet ja koneenosat.....	12
3.6	Lämmöntalteenotto-osa	12
3.7	Jäähdytys.....	15
3.8	Maakylmä	15
3.9	Paloturvallisuus.....	15
3.10	Ilmankäsittely- / ilmanvaihtolaitoksen äänilähteet	21
3.10.1	Taajuuspainotus	22
3.10.2	Äänen eteneminen ilmankäsittely-/ ilmanvaihtokoneessa	24
3.10.3	Täriäneristys.....	24
3.10.4	Äänenvaimentimet	25
3.11	Konekokonaisuudet	26
3.12	Hyötysuhde	26
3.13	LTO vuosihyötysuhde	26
3.14	LTO lämpötilahyötysuhde	28
3.15	Ominais sähköteho.....	31
3.15.1	Koko rakennuksen ja järjestelmän ominais sähköteho	31
3.15.2	Ilmankäsittelykoneen ominais sähköteho	32

3.16	Poikkeukset.....	33
3.17	Erillinen tulo- tai poistoilmakone tai erillinen puhallin.....	34
3.18	Suunnittelun kulku.....	34
3.19	Ilmankäsittely-/ ilmanvaihtokoneen hygienia.....	36
3.20	Jäätymissuojaus, sulatusenergia	37
3.21	Ilmanvaihtojärjestelmän toimintakunnon varmistaminen ja käyttöönotto ..	37
3.22	Sähköhinnan kehitys	40
3.23	Elinkaarilaskennan lähtökohdat.....	43
3.24	Elinkaaren pituus (laskentajakso).....	44
3.25	Laskentakorko.....	45
3.26	Nykyarvomenetelmä.....	46
4	TULOKSET	47
4.1	Hankkeen kulku	47
4.1.1	Tarvesuunnittelu	48
4.1.2	Hankesuunnittelu	48
4.1.3	Suunnittelun valmistelu	48
4.1.4	Suunnittelu	48
4.1.5	Rakentamisen valmistelu	49
4.1.6	Rakentaminen	49
4.1.7	Vastaan- ja käyttöönotto	49
4.1.8	Takuuaika.....	49
4.2	Urakoitsijoiden esimerkkitarjoukset.....	50
4.3	Tekninen seloste (=koneajo).....	51
5	VERTAILULOMAKE.....	53
5.1	Vertailutyökalun käyttö	55
5.1.1	Vertailutyökalun edut.....	55
5.1.2	Tilaajan edut.....	55
6	POHDINTA	56
	LÄHTEET	58

LIITTEET

- 1 Fläktwoods Oy, tekninen seloste (esimerkki)
- 2 Koja Oy, tekninen seloste (esimerkki)
- 3 Vertailulomake (esimerkki)

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö perustuu Suomen Controlteam Oy:n toimeksiannosta toteuttamaan kehityshankkeeseen. Työn tarkoituksena on luoda työkalu ilmankäsittelykoneen suunnittelun mukaiseen tarkastamiseen ja laitevalintaan.

Opinnäytetyö on rajattu koskemaan ns. keskusilmastointikoneita, jotka on yleensä koottu tehdasvalmisteisista modulaarisista osista käyttötarkoituksen mukaisiksi kokonaisuuksiksi.

Työn tavoitteena on luoda toimiva työkalu, jolla valvoja tai suunnittelija pystyy nopeasti tarkastamaan urakoitsijoiden tarjoaman ilmankäsittelykoneen suunnitelman mukaisuuden. Työ käsittelee IV-suunnittelijan laatiman suunnitelman ja urakoitsijan ehdottaman IV-koneen välisen vertailun Excel-pohjaisella vertailuohjelmalla.

Tarkoituksena on vastata mahdollisimman hyvin tilaajan (=asiakkaamme) tarpeisiin järkevillä laitevalinnoilla ja varmistaa heidän laitteidensa toiminta ja kustannustehokkuus pitkällä aikavälillä mm. energian kulutuksen osalta sekä pienempinä yllä- ja kunnossapitokustannuksina.

Alun perin Itä-Suomen Controlteam -nimellä tunnettu, vuonna 1992 perustettu yritys on rakentamiseen ja talotekniikkaan erikoistunut nykyaikainen rakennuttajatoimisto. Vuoden 2015 alusta yrityksen nimi vaihtui Suomen Controlteam Oy:ksi. Yrityksellä on kolme toimipistettä: Mikkelissä, Kouvolassa ja Savonlinnassa. Henkilöstöä asiantuntijaorganisaatiossa on 19 henkilöä.

2 ILMANVAIHTO

Opinnäytetyössäni olen kerännyt ilmanvaihto-/ ilmankäsittelykoneiden ominaisuuksia ja valintaan vaikuttavia seikkoja, jotka osaltaan vaikuttavat oleellisesti järjestelmän toimivuuteen, käyttö- ja ylläpitokustannuksiin, huollettavuuteen sekä investoinnin takaisinmaksuaikaan.

Rakennuksen ja sen tilojen ilmastointitapa/ -tarve valitaan jo hanke- tai luonnossuunnitteluvaiheen alussa yhdessä rakennuttajaorganisaation, tilaajan, loppukäyttäjän, arkkitehdin ja LVI-suunnittelijan kanssa. Rakennuksen erityyppisten tilojen, kuten eteiset, aulat, toimistot/ työhuoneet, kokoushuoneet, henkilöstöruokala, etc., ilmastointi toteutetaan yleensä keskenään eri tavoilla. Ilmastointitapa valitaan sovittamalla yhteen rakennuttajan ja LVI-suunnittelijan ilmastointiin ja sen kustannuksiin liittyvät tekijät. Ilmastointitavan suunnitteluun ja valintaan liittyy useita erilaisia tavoitteita, joita ei kaikkia välttämättä aina voida toteuttaa. Sen vuoksi valintaprosessissa on määriteltävä ne tavoitteet, jotka ehdottomasti on saatava toteutettua. /1, s.41./

Rakennuksen erityyppisillä tiloilla on eri palvelualueita (=eri koneita) tai erityyppisiä koneita (esim. erilaiset LTO:t). IV-koneiden palvelualueisiin vaikuttaa poistoilman puhtausluokka (esim. keittiö- ja WC-tilat vs. toimistot) sekä käyttöaika ja käyttöaste. On kuitenkin hyvin tavanomaista, että esim. toimistot, neuvottelutilat ja aulatilat ovat yhden koneen palvelualueella.

Ilmanvaihdon/ ilmastoinnin suunnittelun tärkeimmät tavoitteet ja sisältö:

- sisäilmasto/ olosuhteet
- muuntojousto/ muunneltavuus
- toiminnallisuus/ helppous
- käytettävyys/ käytännöllisyys
- ulkonäköseikat/ ulkonäköön vaikuttavat asiat
- käyttö normaalin työajan ulkopuolella
- investointi/ käyttökustannukset
- elinkaarikustannukset/ -tavoitteet /1, s.41/.

Määritellään, mitä ilmastointijärjestelmältä halutaan aiemmin asetettujen tavoitteiden pohjalta. Aloitetaan suunnittelu sisäilmastoluokan valinnalla ja sisäilmaston tavoitearvojen määrittelyllä. Tämän jälkeen määritellään suunnitelmavaatimukset muunneltavuuden, joustavuuden ja täydennettävyyden osalta. Sitten määritellään muut ominaisuudet, mitä ilmastoinnilta vaaditaan. Ilmastointijärjestelmän ominaisuudet määritellään tilakohtaisesti, jotta kaikkien tilojen käyttö tulee otetuksi huomioon. Tämän jälkeen selvitetään, mitä vaatimuksia elinkaaritavoitteet merkitsevät ilmastoinnin toteutuksen osalta.

Ilmastointijärjestelmän valintaan keskeisesti vaikuttava tekijä on ilmastoinnin jäähdytysteho. Kesäajan jäähdytystehontarve on yleensä myös ilmastointijärjestelmän ilmastovirtojen mitoittava tekijä. /1, s.41-42./

2.1 Ilmanvaihto ja ilmastointitavat

Yleisimmät ilmastointitavat asuin-, liike ja toimistorakennuksissa ovat koneellinen ilmanvaihto ja koneellinen poistoilmanvaihto. Painovoimaista ilmanvaihtoa voidaan nykyisillä rakentamismääräyksillä toteuttaa, painovoimaisen ilmanvaihdon mahdollisuus on erikseen kirjattu uusien rakentamismääräyksiä tausta-asiakirjoihin.

Luonnonmukaisella ilmanvaihdolla toteutetussa talossa haastavimmaksi osoittautui vuoden 2012 määräyksiä energiategokkuuden tasauslaskelma. Mielenkiintoinen kirjoitus aiheesta on arkkitehti Kimmo Lylykankaalla nimellä ”Luonnonmukainen talo ja uudet energiategokkuusvaatimukset”./18./

Asuin-, liike- ja toimistorakennuksissa käytetyt ilmastointitavat ovat seuraavat /1, s.44/:

- vakioilmanvaihtojärjestelmä (koneellinen ilmanvaihto)
- vakioilmavirta-ilmastointijärjestelmä (tuloilmajäähdytys)
- ilmastointipalkki-ilmanvaihtojärjestelmä (korkeatasoinen ilmastointi)
- puhallinkonvektori-ilmanvaihtojärjestelmä (korkeatasoinen ilmastointi)
- muuttuvailmavirta-ilmanvaihtojärjestelmä.

2.1.1 Painovoimainen ilmanvaihto

Painovoimainen ilmanvaihto perustuu lämpötilaeroon eli siihen, että lämmin ilma nousee ylöspäin. Ilma poistuu rakennuksesta pystyhormeja pitkin ja korvausilma tulee rakennuksen seiniin asennettujen korvausilmaventtiilien kautta sekä ikkunoiden ja ovirakojen kautta. Painovoimaista ilmanvaihtoa käytettiin yleisesti 1970-luvulle saakka. Ilmanvaihto toimii hyvin puulämmitteisissä taloissa, mutta keskuslämmityksen yleistyminen ja ennen kaikkea höyröyksen käytön yleistyminen ulkoseinissä teki taloista tiiviitä, jolloin korvausilman tulo estyi. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa kaikki energia menee hukkaan. Painovoimainen ilmanvaihto toimii talvella, mutta huonosti syksyllä, kesällä ja keväällä. Painovoimaisia ilmanvaihtojärjestelmiä on saneerauksien yhteydessä jouduttu muuttamaan koneellisiksi. /10,s.2./

Suomen Kulttuurirahasto tilasi syksyllä 2009 kahdeksalta pohjoismaiselta arkkitehti-toimistolta suunnitelmat teollisesti valmistettavasta tulevaisuuden pientalosta. Talon tuli olla kaunis, kestävä, kohtuuhintainen (K3). Erityiseksi tavoitteeksi asetettiin tiukkojen energiatehokkuusmäärausten täyttäminen ilman koneellista lämmöntalteenottoa ja muovista höyröyksen sulkua.

Painovoimaisen ilmanvaihdon mahdollisuus on erikseen kirjattu uusien rakentamismääräysten tausta-asiakirjoihin. Tästä huolimatta moni rakennusalan ammattilainen piti Suomen kulttuurirahaston asettamia tavoitteita teknisesti mahdottomina toteuttaa. Selvittääkseen, onko ristiriita todellinen, he tilasivat asiasta selvityksen, jonka tekemiseen osallistuivat kolme alan johtavaa suomalaista asiantuntijaa: Kimmo Lylykangas, Jukka Sainio ja Mika Vuolle.

Päämääränä oli erityisesti vähentää rakennuksen vika-alttiutta, huoltokustannuksia sekä sen elinkaaren aikana syntyviä kokonaispäästöjä. He uskoivat myös, että moni asukas osaisi arvostaa painovoimaisen ilmanvaihtoratkaisun tarjoamaa hiljaisuutta.

/ 17./

2.1.2 Koneellinen ilmanvaihto lämmöntalteenotolla

Koneellisessa tulo- ja poistoilmajärjestelmässä ilma viedään ja tuodaan koneellisesti. Ilmaa liikutetaan ilmanvaihtokanavistoja pitkin. Poistoilma poistetaan ns. likaisista tiloista, kuten kylpy-, vaate-, kodinhoituhuoneista sekä keittiöistä ja wc-tiloista. Ulos

puhallettavasta ilmasta siirretään lämpöä sisään tuotavaan ilmaan. Lisäksi ilma suodatetaan ja tarvittaessa myös talvella lämmitetään. Suodatettu, oikeanlämpöinen ilma puhalletaan rakennuksen ns. puhtaisiin tiloihin, kuten toimistohuoneet, työhuoneet, makuuhuoneet, olohuoneet/oleskelutilat. Lämmöntalteenottojärjestelmät yleistyivät 1980-luvulla, ja ne tulivat uusien rakentamismääräysten myötä pakolliseksi vuonna 2003. /10, s.2./

2.1.3 Ilmastointipalkki-ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmastointipalkki-ilmasoinnilla aikaan saadaan korkeatasoinen huonekohtainen ilmastointi. Ilmankäsittelykoneessa on suodatus, lämmön talteenotto ja jäähdytystoiminto. Ilmastointipalkkiin on yhdistetty jäähdytys, ilmanvaihto ja haluttaessa valaistus. Ilmastointipalkkiin voidaan usein liittää myös lämmitys, kunhan se otetaan huomioon suunnitteluvaiheessa.

Ilmastointipalkissa kiertää kylmä vesi, joka on tuotettu vedenjäähdytyskoneella. Ilmastointipalkki asennetaan suoraan huoneen kattoon (välipohjan alapintaan) tai alaslasketun katon alapinnan kanssa samaan tasoon. Poistoilmalaitteet sijoitetaan yleisesti huoneen seinään tai alakattoon. Huoneen lämmitys toteutetaan yleensä radiaattoreilla. /1, s.49./

Ilmastointipalkit voidaan jakaa ominaisuuksiensa mukaisesti passiivi- ja aktiivipalkkeihin. Passiivipalkeissa lämmönsiirto tapahtuu yleensä vapaan konvektion ja osittain säteilyn avulla. Passiivipalkeja käytetään lähinnä jäähdytykseen. Aktiivipalkkeihin on lisäksi liitetty tuloilma, jolloin lämmönsiirto on passiivipalkeja tehokkaampaa pakotetun konvektion avulla. /10, s.50./

2.1.4 Puhallinkonvektori-ilmastointi

Puhallinkonvektori-ilmasoinnilla voidaan toteuttaa korkeatasoinen huonekohtainen ilmastointi. Järjestelmän keskusyksikössä on suodatus, lämmön talteenotto, lämmitys ja jäähdytystoiminto. Puhallinkonvektoreilla hoidetaan huoneen jäähdytys, usein myös lämmitys ja joissakin tapauksissa myös ilmanvaihto. Puhallinkonvektoreissa kiertää kylmä, vedenjäähdytyskoneella tuotettu vesi, sekä lämmitystapauksessa vesikeskuslämmitysjärjestelmän vesi. /1, s.54./

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

LVI-suunnittelija laatii suunnitelmat, jossa hän määrittelee mm. kyseessä olevan rakennuksen tarpeisiin sopivan ilmankäsittely-/ ilmanvaihtokoneen. Ilmanvaihtojärjestelmän rakentamiseen liittyy paljon erilaisia hankintoja. Kaikkien hankintojen merkitys hankkeen onnistumiselle ei ole yhtä suuri. Seuraavassa keskitytään käsittelemään vain ilmankäsittely-/ ilmanvaihtokoneen hankintaa ja siihen vaikuttavia seikkoja.

3.1 Tilantarve ja sijoitus

Ilmankäsittely- / ilmanvaihtokoneet sijoitetaan yleensä rakennuksessa katolla sijaitsevaan IV-konehuoneeseen. Konehuoneet voidaan sijoittaa myös muualle, mutta silloin kanavien vedot ulkoilmaan sekä jäteilman osalta tulevat pidemmiksi ja vaativat rakennuksesta enemmän teknisiä tiloja käyttöön.

IV-konehuoneiden tulee olla riittävän tilavia ilmastointikoneille ja huoltotoimenpiteitä ajatellen. Konehuone tulee sijoittaa siten, että sille on turvallinen kulkureitti sekä henkilö- että tavaraliikennettä ajatellen.

Ilmastointikoneiden vaatiman tilan varaaminen on keskeinen rakennussuunnittelun tehtävä. Hankkeen alkuvaiheessa tulee jo tietää kuinka monelle ilmanvaihtokoneelle tilaa tarvitaan, jotta konehuone pystytään suunnittelemaan oikean kokoiseksi. Mikäli huoltotilaa ei ole riittävästi, niin huoltotoimenpiteet vaativat enemmän työtä ja täten saattavat jäädä tekemättä.

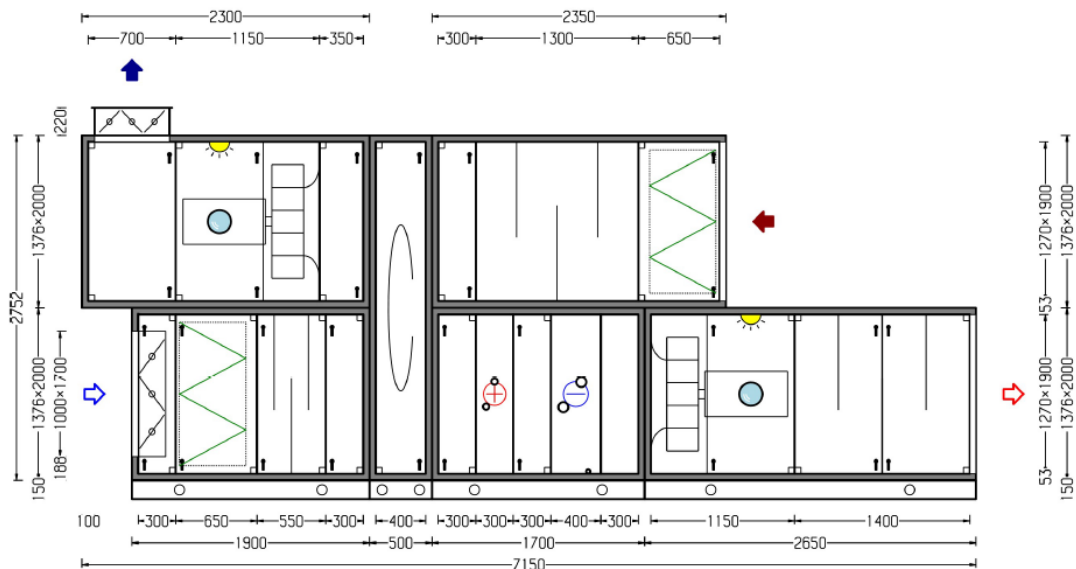
3.2 Ilmankäsittely-/ ilmanvaihtokone

Ilmankäsittely-/ilmanvaihtokoneet ovat yleensä koottu tehdasvalmisteisista moduuleista, joita voidaan yhdistellä käyttötarkoituksen mukaisesti kokonaisuuksiksi. Sopivia osia yhdistelemällä saadaan aikaan suunnitelman mukainen ilmankäsittelyprosessi. Standardin SFS-EN 13053 mukaisesti ilmastointikone on tehdasvalmisteinen laite, jossa käsitellään tulo-, poisto-, palautus- ja/tai kierrätysilmaa. Koneeseen kuuluu täten vähintään puhallinosa, johon liitetään ilman käsittelyyn tarvittavia osia kuten suodatinosia, tarvittava määrä lämmönsiirtimiä, äänenvaimentimia, mahdollinen kostutusosa, yms.

Ilmankäsittely-/ilmanvaihtokoneen määritelmä ei sinänsä ota kantaa koneen kokoon, käyttökohteeseen tai siihen, palveleeko se vain yhtä tilaa vai koko rakennusta. Ilmankäsittely-/ilmanvaihtokoneiden standarditkaan eivät rajaa asiaa selkeästi, mutta yleisesti $0,5\text{m}^3/\text{s}$ ilmavirtaa pidetään rajana, mitä isommat koneet mielletään yleisesti keskilmanvaihtokoneiksi. Usein käytetään myös nimitystä ”ilmankäsittelykone”. /1, s.73./

Ilmankäsittely-/ ilmanvaihtokoneet ovat yleensä suurimpia osuuksia ilmanvaihtourakassa. Niiden osuus on keskimäärin noin 20 % ilmanvaihtourakan kokonaishinnasta. Ilmankäsittely/ ilmanvaihtokoneet ovat poikkeuksetta koko iv-urakan suurin yksittäinen investointi. /2, s.19./

Ilmankäsittely-/ ilmanvaihtokoneen valinnassa olisi tärkeää miettiä muitakin valintakriteereitä kuin pelkkä koneen investointikustannus. Ilmanvaihtokoneiden on oltava urakkaohjelman ja LVI-suunnitelman mukaiset sekä kohteen erityisvaatimusten mukaiset, ja niiden tulee mahtua kokonsa puolesta niille varattuihin tiloihin. /2, s.19./



KUVA 1. Erään hankkeen ilmanvaihtokoneen mitoituskuva, josta näkee vaatimuksia ja mittatietoja

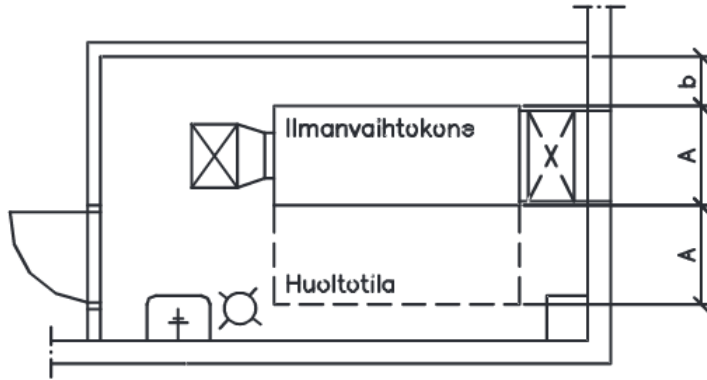
3.2.1 Ilmankäsittely- / ilmanvaihtokoneen asennus ja huoltotila

Ilmankäsittely- / ilmanvaihtokoneen asennuksessa noudatetaan valmistajan antamia asennusohjeita. Ilmankäsittelykoneet sijoitetaan normaalisti jäykälle metallirakenteiselle palkkialustalle, joka asennetaan vaakasuoraan siten, että koneosia (=moduuleita) toisiinsa kiinnitettäessä ei synny jännityksiä ja että koneiden huolto-ovet avautuvat esteettä ja sulkeutuvat tiiviisti. Konehuoneen lattian kallistus tai epätasaisuudet huomioidaan palkkialustan alle asennettavilla säädettävillä jaloilla tai korokkeilla. /1, s.80./

Ilmankäsittely- / ilmanvaihtokone asennetaan myös sivusuunnassa vaakasuoraan siten, että kondenssivesi pääsee esteettä pois altaista viemäriin. Palkkialustan korkeuden säädössä tulee huomioida vesilukon vaatima tila korkeussuunnassa. Mikäli kaksi konetta asennetaan päällekkäin ja toisen koneen päälle asennettu kone on pienempi kuin alempi, tulee alemman koneen ylittävä osuus tueta erillisillä kannakkeilla. Mikäli ylempi kone on kapeampi kuin alempi kone, ylemmän koneen paino tulee ohjata alemman koneen runkoon siten, ettei se rasita koneen paneeleja. / 1, s. 80-81./

Ilmankäsittelykoneen huoltotilan minimileveys koneen takana on 400 mm. Jos huoltoa varten ei tarvitse päästä koneen taakse, voi leveys olla tätä pienempi. Tällöin tulee kuitenkin näyttää, miten kone päästää huoltamaan.. Koneen etupuolella on oltava koneen leveyden mittainen huoltotila. Pienempikin tila riittää, mikäli osat voidaan huoltaa ja vaihtaa perinteisiä työmenetelmiä käyttäen, joutumatta rikkomaan kiinteitä rakenteita. /1, s.81./

Koneet täytyy pystyä huoltamaan myös yläkautta. Painavien yli 35 kg:n painoisten osien vaihtoa varten tulee osien yläpuolella olla vähintään 400 mm vapaata tilaa nostolaitetta varten. Paikallaan koottavissa isoissa ilmankäsittelykoneyksiköissä voidaan huolto tehdä myös kammioiden sisäpuolelta. /1, s.81./



KUVA 11. Koteloidun ilmanvaihtokoneen huoltotilan sijoitus ja mitoitusmerkki /3, s.16/

A) ilmastointikoneen leveys

B) on 0,4 kertaa ilmastointikoneen korkeus tai vähintään 400mm.

3.3 Ilmankäsittely- / ilmanvaihtolaitteen (mekaaniset) ominaisuudet

Ilmankäsittely-/ilmanvaihtokoneen mekaaniset ominaisuudet ovat tärkeitä hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi. On tärkeää, että esimerkiksi koneen vaippa on tiivis ja suodattimien ohivuodot ovat mahdollisimman pienet.

Ilmakäsittely-/ ilmanvaihtokoneen on täytettävä Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 ohjeissa esitetyt sekä tyyppihyväksyntäohjeissa esitetyt vaatimukset seuraavien ominaisuuksien osalta:

- vaipan tiiviys
- vaipan paineenkestävyys
- liitoksen tiiviys
- suodattimen ohivuoto
- lämmöntalteenotto-osan tulo- ja poistopuolen välinen vuoto /3/.

Ilmastointikoneen vaipan on kestävä sallitun maksimipaineen (=suurin sallittu käyttöpaine), kuitenkin vähintään ± 1000 Pa koepaineen (yli tai alipaine), aiheuttama kuormitus. Vaipan tiiviyskoe tehdään paineenkestävyyskokeen jälkeen. Liitoksen tiiviyyden on oltava yhtä luokkaa parempi kuin koneen tiiviysluokka. Tiiviys- ja painekokeissa noudatetaan tyyppihyväksyntäohjeissa ja standardissa SFS-EN1886 esitettyä käytäntöä. /3./

3.4 Tiiviys

Ilmankäsittely-/ilmanvaihtokoneen toimintaa ajatellen laitoksen tiiviys on varsin tärkeä ominaisuus. Koneessa ja kanavistossa esiintyvät vuodot aiheuttavat erilaisia ongelmia, joista suurempia ovat ääniongelmat, hajujen ja epäpuhtauksien leviäminen, kanaviston hygienia-ongelmat, energian hukka ja hallitsemattomat painesuhteet. Tiiviys testataan siten, että tarvittavat korjaukset voidaan suorittaa huomioiden rakentamisen muut työvaiheet; alakattojen, peitettävien roilojen tms. rakentamisajankohta, jotta kanavat voidaan testata ennen niiden peittämistä rakenteisiin. /1, s.127./

3.4.1 Suodattimen ohivuoto

Suodattimen ohivuoto heikentää suodatuksen kokonaismäärää ja täten päästää hiukkasia ja muita epäpuhtauksia läpi kanavistoon ja tätä kautta huonetilaan. Suodattimen ohivuoto on osasy syy kanaviston likaantumiselle.

Suodattimen vaatimukset koskevat ohivuotoa ja niiden testaus on määritelty standardissa SFS-EN 1886. Suodattimet tulee asentaa siten, ettei ohivuoto huononna suodatinluokkaa. Tuloilmapuolella korkean hiukkasten erotusasteen suodatin asennetaan puhaltimen painepuolelle siten, ettei suodattimen ja puhaltimen väliltä ilmene likaista ohivuotoa. Täten varmistutaan, että ilma jakautuu tasaisesti suodattimen otsapinnalle. Jos suodatin asetetaan välittömästi puhaltimen painepuolelle, käytetään koneessa virtauksen tasaajaa ja riittävän pitkää suodatinetäisyyttä varmistamaan ilmavirran tasainen jakautuminen suodattimelle. /1, s.74-75./

TAULUKKO 1. Sallittu ilmansuodattimen ohivuoto eri suodatinluokissa

/15, s. 8/

Suodatinluokka	G	F5	F6	F7	F8
Vuotoilmavirta %	-	6	4	2	1

TAULUKKO 2. Puhtaan ilmansuodattimen painehäviö ilmanvaihtokoneen eri ilmavirroilla /15, s.8/

Ilmavirta, dm ³ /s	Painehäviö, Pa
43,1	28
71,0	49
83,0	58
99,8	72
106,0	77
122,0	90

TAULUKKO 3. Peitetyn ilmansuodattimen ohivuotoilma eri koepaineilla /15, s.8/

Koepaine, Pa	Ilmavirta, dm ³ /s
56	0,7
98	1,0
116	1,1
144	1,2
154	1,3
180	1,4

< 2,4 dm³/s

3.4.2 Suoritusarvovaatimukset

Standardi SFS-EN 13053 esittää vaatimukset ja testausmenetelmät konekokonaisuuksille.

- konekokonaisuuden virtaustekniset ominaisuudet
- konekokonaisuuden äänitekniset ominaisuudet; äänen tehotasot koneen liitäntäkanavissa ja vaipan läpi tuleva ääni on ilmoitettava
- tehonkulutus; ominaissähköteho on laskettavissa virtausteknisten- ja tehonkulutustestien perusteella
- toiminta matalilla ulkolämpötiloilla; lämmöneristys ja jäätymisen estäminen / 1, s.75./

3.5 Koneet ja koneenosat

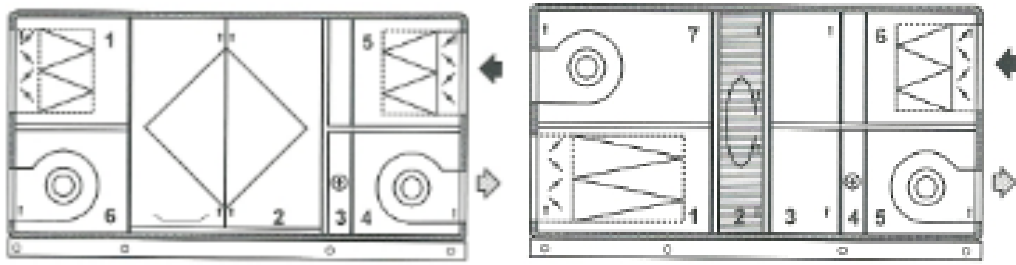
Ilmankäsittely-/ilmanvaihtokoneiden vaatimuksien todentaminen sekä koneen määrittely asiakirjoissa on selostettu TalotekniikkaRYL 2002:n luvussa G32. Koneenosien vaatimukset ja niiden todentamistavat on selostettu TalotekniikkaRYL 2002:n kohdassa G31.

Virtaustekniset ominaiskäyrät (kokonaispaine p_{tU} eri ilmavirroilla q_v) mitataan standardin SFS-EN 13053 mukaisesti. Ilman tilavuusvirta mitataan standardin ISO 5221 mukaisesti. Mittaukset tehdään standardin SFS-EN 13053 tai siinä viitteenä olevien osakohtaisten standardien mukaisesti. TalotekniikkaRYL 2002 viittaa ko. standardeihin osakohtaisesti. /1, s.75./

3.6 Lämmöntalteenotto-osa

TalotekniikkaRYL 2002 mukaan määritellään poistoilman lämmöntalteenottolaitteesta (=LTO-laitteesta) seuraavat ominaisuudet (kuva 2):

- lämmöntalteenottolaitteen tyyppi
 - toiminta eri sääolosuhteissa
 - jäätymissuojaus ja sulatusautomaatiikan toiminta
 - eristysvaatimukset
 - ilman lämpötila ja kosteus ennen laitetta ja koneen jälkeen
 - ilman otsapintanopeudet lämmönsiirtimissä
 - lämmönsiirtoneste (tyyppi, pitoisuus, jäätympiste)
 - ilmavirta
 - nestevirta
 - enimmäispainehäviö ilmapuolella ja tarvittaessa nestepuolella
 - nesteen vähimmäis- ja enimmäisvirtausnopeus putkistossa
 - lämpötilahyötysuhde 0°C ulkolämpötilassa
 - poistoilmaluokka
 - tippuvesialtaan paikka ja viemärointi
 - mittaus ja säätöanturit ja niiden sijainti
 - suodatinluokat ja suodattimien sijainti
- lämpöpintojen puhdistustarvikkeet ja apulaitteet / 1, s. 75/.



KUVA 2. Vasemmalla lämmöntalteenotolla (levylämmönsiirrin) varustettu ilmkäsittelykone, jossa on tulo- ja poistoilmakone. Äänenvaimentimia ei ole kuvattu.

- 1) ulkoilmapelti ja suodatin
- 2) rekuperatiivinen levylämmönsiirrin lämmöntalteenottoon
- 3) lämmityspatteri
- 4) tuloilmapuhallin
- 5) suodatin
- 6) poistoilmapuhallin

Oikealla lämmöntalteenotolla (pyörivä regeneratiivinen lämmönsiirrin) varustettu ilmkäsittelykone, jossa on tulo- ja poistoilmakone. Äänenvaimentimia ei ole kuvattu.

- 1) ulkoilmapelti ja suodatin
- 2) regeneratiivinen pyörivä lämmönsiirrin lämmöntalteenottoon
- 3) liitososa
- 4) lämmityspatteri
- 5) tuloilmapuhallin
- 6) suodatin
- 7) poistoilmapuhallin /1, s.74/.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2 (2010) esittää koneen valintaa ja järjestelmän suunnittelua varten myös ohjeiden mukaiset vaatimukset. Tästä seuraa seuraavia vaatimuksia eri jäteilmaluokittain:

3.7.2

Epäpuhtaudet eivät saa haitallisessa määrin päästä leviämään rakennuksessa ilmakehän tai ilmanvaihtolaitteiden kautta.

3.7.2.1

Lämmöntalteenottolaitteiden rakenne ja paineet toteutetaan siten, ettei poistoilmaa siirry merkittävästi tuloilmaan.

3.7.2.2

Otettaessa lämpöä talteen luokan 1 poistoilmasta ei tuloja poistoilmapuolen väliselle paine-erolle ja vuotoilman virtaussuunnalle aseteta vaatimusta. Otettaessa lämpöä talteen luokan 2 poistoilmasta suunnitellaan lämmöntalteenottolaitteen paineet siten, että vuotoilman virtaussuunta on pääosin tuloilmapuolelta poistoilmapuolelle.

3.7.2.3

Otettaessa lämpöä talteen luokan 3 poistoilmasta suunnitellaan lämmöntalteenottolaitteen paineet siten, että vuotoilman virtaussuunta on tuloilmapuolelta poistoilmapuolelle.

Sellaisia lämmöntalteenottolaitteita, joissa tuloja poistoilma virtaavat vuorotellen samassa virtausreitissä (regeneratiivinen lämmönsiirrin) voidaan käyttää vain, jos poistoilmassa on korkeintaan 5 % luokan 3 poistoilmaa, eikä lainkaan luokan 4 poistoilmaa. Yhden perheen asunnossa voidaan kuitenkin käyttää regeneratiivista lämmönsiirrintä lämmöntalteenottoon luokan 3 ilmasta.

3.7.2.4

Otettaessa lämpöä talteen luokan 4 poistoilmasta on yleensä käytettävä virtaavan väliaineen välityksellä toimivaa lämmöntalteenottoa, jossa tuloja poistoilma eivät sekoitu.

3.7.2.5

Jos ilmanvaihtokone palvelee vain yhtä tilaa, voidaan lämmöntalteenoton lämmönsiirtimen tyyppi valita vapaasti, vaikka poistoilma olisi luokkaa 3 tai 4. Tällöin on varmistettava, että tuloilma on riittävän puhdasta takaamaan sisäilman puhtaudelle asetetut vaatimukset. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi teollisuustilat, autohallit ja tallit.

3.7.2.6

Rakennuksen sisällä konehuoneen ulkopuolella sijaitsevat poistoilmakanavat tehdään yleensä alipaineisiksi. Poistoilmaluokkien 1 ja 2 poistoilmakanavat voivat kuitenkin olla ylipaineisia rakennuksen sisällä edellyttäen, että kanavisto on tiiviysluokkaa C. Tämä saavutetaan yleensä, kun ilmakehät ovat tiiviysluokkaa D.

3.7.2.7

Asuntokohtaiset jäteilmakanavat voivat olla ylipaineisia rakennuksen sisällä edellyttäen, että kanavistoon tiiviysluokkaa D. Tämä saavutetaan yleensä, kun ilmakehät ovat tiiviysluokkaa E.

3.7.2.8

Koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän ulko- ja jäteilmakanavat varustetaan sulkupelleillä, jotka sulkeutuvat automaattisesti järjestelmän pysähtyessä ja estävät takaisinvirtauksen ja hallitsemattoman ilmanvaihdon, kun ilmakehän poikkipinta-ala on suurempi kuin 0,06 m² (esimerkiksi ilmakehän halkaisija on 315 mm). Sulkupellin riittävä tiiviys saavutetaan, kun sulkupelti täyttää standardin EN 1751:1998 mukaisen suljetun pellin tiiviysluokan 3 vaatimukset./4,s.17-18./

3.7 Jäähdytys

Jäähdytyksellä tarkoitetaan ilmastoinnin tuloilman jäähdyttämistä. Jäähdytetty ilma tehdään joko koneessa olevalla nestepatterilla tai jäähdytysyksikön höyrystimellä. Jäähdytetty tuloilma jaetaan samalla kanavistolla kuin muukin rakennuksen ilmanvaihto. /10, s.2./

3.8 Maakylmä

Maakylmää tai maaviilennystä voidaan hyödyntää rakennuksissa, joissa lämmitys toteutetaan maalämpöpumpulla, jonka lämmönkeruupiiri on sijoitettu porakaivoon eli lämpökaivoon. Lämmönkeruuputkiston kylmä liuos kierrätetään ilmastointikoneessa olevan patterin kautta, joka jäähdyttää tuloilman. On tärkeää, että viilennyspatteri on koneessa, ei kanavistossa, koska patterille tiivistyy vettä ja koneen kautta se on helppompi johtaa viemäriin. /10, s.2./

Maakylmää on mahdollista tehdä myös erikseen ainoastaan viilennystä / esilämmitystä varten. Tällöin ei välttämättä tarvita lämpöpumppua.

3.9 Paloturvallisuus

Suomen rakentamismääräyskokoelma osa E1

Ilmanvaihtolaitteet on tehtävä siten, etteivät ne lisää palon tai savukaasujen leviämistä vaaraa. Ilmanvaihtokanavien seinämät on yleensä tehtävä vähintään A2-s1, d0-luokan rakennustarvikkeista. Kanavat tulee voida puhdistaa helposti. /13, s.19./

Suomen rakentamismääräyskokoelma osa E7

Nämä ohjeet koskevat useita palo-osastoja palvelevaa ilmanvaihtolaitteistoa (keskusilmanvaihtolaitteisto) sekä soveltuvien osien myös yhtä palo-osastoa palvelevaa ilmanvaihtolaitteistoa. Näitä ohjeita voidaan soveltuvien osien soveltaa myös muiden kuin varsinaisten ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuuteen. Muita laitteistoja ovat esimerkiksi lämminilmakehittimien kanavistot, purun- pölyn- yms. poistokanavat, materiaalien siirtokanavat jne. /12, s.4./

Ilmakanavan ja kanavaosien seinämien materiaalit ja paksuudet valitaan siten, että kanava ja kanavaosat kestävät niihin kohdistuvat rasitukset, kuten kuumuuden ja puhdistuksen. Ilmakanavan ja kanavaosien seinämät tehdään yleensä vähintään A2-s1, d0-luokan rakennustarvikkeista. /12, s.4./

Poistettavan ilman sisältäessä kanavan kestävyys kannalta haitallisessa määrin syövyttäviä kaasuja tehdään kanava kyseisiä olosuhteita kestävästä rakennustarvikkeista. Näissä tapauksissa voidaan harkinnan mukaan käyttää myös muita kuin luokan A2-s1, d0 rakennustarvikkeita. Kanava on tällöin kuitenkin johdettava omana kanavana mahdollisimman suoraan ulos rakennuksen vesikatolle. Toisen palo-osaston alueella kanava sijoitetaan kohdan roilon palonkestävyys mukaiseen omaan roiloon. /12, s.4./

Tavallisen teräslevystä valmistetun kanavan ja kanavaosien seinämäpaksuudet voidaan valita seuraavasti:

TAULUKKO 4. Tavallisesta teräslevystä valmistetun kanavan ja kanavaosien seinämäpaksuudet /12, s.4/

Pyöreä kanava	Materiaalin paksuus
63 -315mm	minimi 0,5mm
400 - 800mm	minimi 0,7mm
1000 - 1250mm	minimi 0,9mm
Suorakaidekanava	Materiaalin paksuus
pitempi sivu ≤ 300mm	minimi 0,5mm
pitempi sivu 300 - 800mm	minimi 0,7mm
pitempi sivu > 800mm	minimi 0,9mm

Palo-osaston sisäiset kanavat voivat olla keittiön kohdepoistokanavaa lukuun ottamatta vähäiseltä matkaltaan edellä mainittuja ohuempia. Tällöin niiden on oltava puhdistettavissa tai helposti vaihdettavissa /12, s.4./ Paloturvallisuuden ja puhdistettavuuden kannalta vaativan kohteen teräksestä valmistetun kanavan ja kanavaosien seinämäpaksuus on vähintään 1,25 mm. /12, s.4./

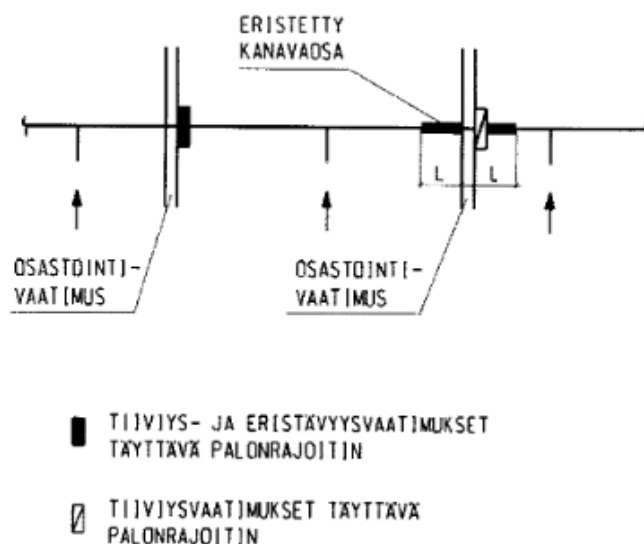
Palon leviäminen palo-osastosta toiseen voidaan estää ilmakanavien yhdistämisrajoituksilla, palonrajoittimilla ja palonkestävillä kanavilla /12, s.6/.

Ilmakanavan lävistäessä osastoivan rakennusosan kanava varustetaan yleensä palonrajoittimella. Palonrajoitin valitaan yleensä siten, että se täyttää kanavan lävistämän osastoivan rakennusosan palonkestoajat (kuva 3). /12, s.6/.

Mikäli palonrajoitin on tiiveydeltään riittävä, mutta ei täytä osastoivan rakennusosan eristävyysvaatimusta, voidaan läpivienti toteuttaa paloeristämällä kanava osastoivan rakenteen molemmin puolin taulukon 5 mukaisesti (kuva 3). /12, s.6/.

Palonrajoittimelle ei aseteta eristävyysvaatimusta, mikäli kanavan pinta-ala on enintään 200 cm^2 /12, s.6/.

Lämpölaukaisimen avulla laukeavan rajoittimen sulkeutumislämpötila on yleensä $70 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$. Erityistapauksissa voidaan sulkeutumislämpötila valita korkeammaksi, jollei tästä aiheudu vaaraa palo- ja henkilöturvallisuudelle. Henkilöturvallisuuden kannalta vaativissa kohteissa lämpötila valitaan tarvittaessa matalammaksi. Palonrajoitin asennetaan siten, että se säilyttää toimintakuntonsa siltä edellytetyn palonkestoajan. /12, s.6/



KUVA 3. Palon leviämisen estäminen palo-osastosta toiseen palon rajoittimia käyttäen. Kuvassa esitetty paloeristystä edellyttävä pituus L valitaan taulukosta 5 /12, s.6/

TAULUKKO 5. Paloeristystä edellyttävä pituus L valitaan taulukosta /12, s.7/

TAULUKKO 5	Kanavan paloeristäminen kun palonrajoitin ei täytä eristysvaatimusta
Rakennusosan palonkestoaikavaatimus (min)	Kanavan nimellinen koko (mm)
	Eristetyn kanavaosan pituus L (m)
30	0,5 1,0
60	1,0 2,0
90...120	2,0 4,0
240	4,0 4,0

Taulukon huomautus

Kanavan nimelliskoko on pyöreän kanavan sisämitta tai suorakaidekanavan pidemmän sivun sisämitta.

Savukaasujen leviäminen ilmanvaihtolaitteiston kautta tilasta tai osastosta toiseen voidaan estää, mikäli kyseisiä tiloja tai palo-osastoja ei yhdistetä yhteiseen ilmanvaihtolaitteistoon /12, s.9/.

Palon alkuvaiheessa savukaasujen leviämistä ilmanvaihtolaitteiston kautta voidaan rajoittaa käyttämällä mm. seuraavia laitteita, laitteistoja tai rakennusosia:

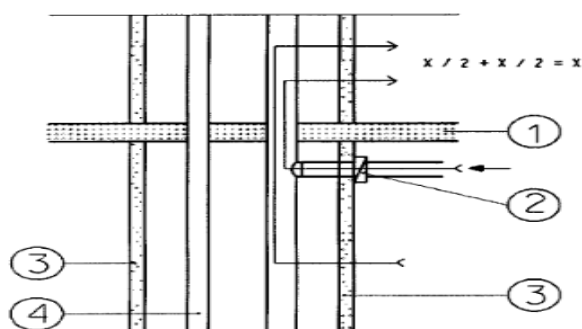
- kuristinta, jolla tarkoitetaan savukaasujen leviämistä tehokkaasti rajoittavaa poisto- tai tuloilmalaitetta tai muuta riittävän virtausvastuksen omaavaa laitetta.
- kuristimen tai kuristimien läpi kulkeva suurin sallittu tilakohtainen ilmavirta on 42 dm³/s paine-erolla 100 Pa,
- nousukanavaa, jolla tarkoitetaan nousevaa tulo- tai poistoilmakanavaa. Savunrajoittimena käytettävän nousukanavan pystysuora nousu on vähintään 2,5 metriä ja sen halkaisija tai pitempi sivu on enintään 10 %:ia nousukanavan pituudesta,
- ohjattua palonrajoitinta, jonka sulkeutuminen on ohjattu sen läheisyyteen sijoitetulla savuilmalaitteella tai kohteen automaattisella, savuilmalaitteella toimivalla paloilmalaitteella. Automaattisella paloilmalaitteella ohjataan palonrajoittimia vähintään palo-osastokohtaisesti. /12, s.9./

Savukaasujen leviämisen rajoittamisessa voidaan käyttää hyväksi rakennukseen mahdollisesti muista syistä asennettavaa paloturvallisuusautomaatiikkaa /12, s.9/.

Savukaasujen leviämistä rajoitetaan majoitustilojen ja hoitolaitosten majoitushuoneiden välillä. Lisäksi rajoittaminen on perusteltua myös muissa tiloissa, jotka on tarkoitettu henkilöille, joiden poistumismahdollisuudet alentuneen toimintakyvyn seurauksena ovat tavanomaista huonommat. /12, s.9./

Savukaasujen leviämistä palo-osastosta toiseen rajoitetaan asunnoissa, paikkaluvultaan yli 25 henkilön hoitolaitoksissa, yli 25 henkilön päivähoitolaitoksissa sekä paikkaluvultaan yli 50 henkilön majoitustiloissa. Henkilöiden poistumismahdollisuuksien turvaamiseksi, pelastus- ja sammutustoimien helpottamiseksi ja omaisuusvahinkojen rajoittamiseksi voidaan savunrajoittamista edellyttää myös muissa kuin edellä mainituissa tiloissa. Esimerkiksi suurien kokoontumis- ja liiketilojen kohdalla tämä voi olla perusteltua. /12, s.9./

Roilo- ja kotelorakenteiden suunnittelussa huolehditaan siitä, että rakentamismääräyskokoelman osassa E1 esitetty osastoivan rakennusosan luokkavaatimus täyttyy. Asennettaessa ilmekanavia roiloon, sen seinämien palonkesto-aika valitaan siten, ettei palo määrättyssä ajassa pääse leviämään palo-osastosta toiseen. Roilon seinämän palonkesto-aika voidaan huomioida rakenteen kokonaispalonkesto-aikaa laskettaessa (kuva 4). /12, s.7./

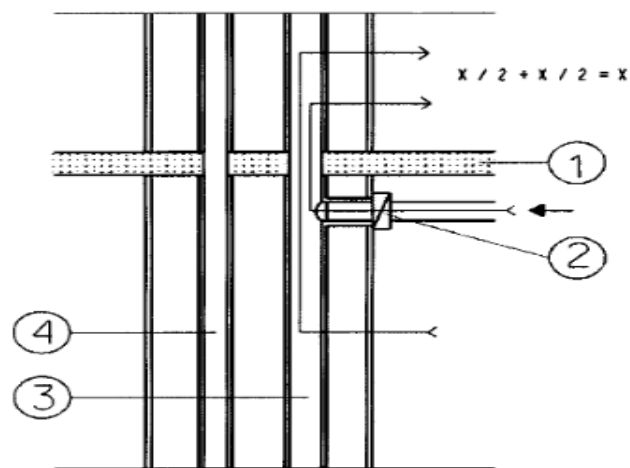


1. Osastointivaatimus= x
2. Palonrajoittimen palonkestovaatimus= $x/2$
3. Roilon seinämän palonkestovaatimus= $x/2$
4. Luokan A2-s1, d0 vaatimukseen täyttämätön rakennustarvike.

KUVA 4. Roilon palonkestävyys /12, s.8/

Roilon seinämät tehdään vähintään A2-s1, d0 -luokan rakennustarvikkeista. Ilmakanava varustetaan roilon seinämän kohdalla palonrajoittimella. Tällöin roilossa olevilta kanavilta ei edellytetä paloeristystä, mikäli roilon seinämä on mitoitettu suurimman paloluokkavaatimuksen omaavan kanavan paloluokan perusteella. Mikäli roilossa on rakennustarvikkeita, kuten putkia, johtoja ja eristeitä, jotka eivät täytä luokan A2-s1, d0 vaatimuksia, katkaistaan roilo vähintään A2-s1, d0 - luokan rakennustarvikkeella osastoivan vaakarakenteen kohdalla. /12, s.7./

Asennettaessa ilmakanavia kevytrakenteiseen koteloon, estetään palon leviäminen palo-osastosta toiseen palonrajoittimin ja palonkestävin kanavin määrätyn palonkestoaajan (kuvassa 5) esitettyjen periaatteiden mukaisesti. /12, s.7./



1. Osastointivaatimus= x
2. Palonrajoittimen palonkestovaatimus= x/2
3. Ilmakanavan palonkestovaatimus= x/2
4. Luokan A2-s1, d0 vaatimuksen täyttämätön rakennustarvike

KUVA 5. Ilmanvaihtokanavan asentaminen kevytrakenteiseen koteloon /12, s.8/

Kevytrakenteinen kotelo katkaistaan A2-s1, d0 -luokan rakennustarvikkeella osastoivan vaakarakenteen kohdalla siten, ettei osastoivuus olennaisesti heikkene /12, s.8/.

Kevytrakenteinen kotelo tehdään siten, että se täyttää kyseisen osaston sisäisille rakennusosille esitetyt palotekniset vaatimukset /12, s.8/.

Lämmöntalteenottolaite valitaan siten, ettei se missään olosuhteissa oleellisesti lisää palo- ja savukaasujen leviämisen vaaraa seuraavissa tapauksissa:

- lämmöntalteenottolaite palvelee palo- tai räjähdysvaarallista tilaa,
- lämmöntalteenottolaite palvelee paloturvallisuuden ja puhdistettavuuden kannalta vaativa tilaa, - poisto- ja tuloilmakanavien välille on asetettu palonkestoaikavaatimus /12, s. 10/.

Tällaisia laitteita ovat lämmöntalteenottolaitteet, joissa lämpö siirretään tavanomaisten lämmityslaitteiden ja väliaineen, esimerkiksi veden tai glykoliliuoksen, avulla /12, s.10/.

Mikäli rakennuksessa on automaattinen sammutuslaitos tai automaattinen paloilmoin, voidaan ilmanvaihtolaitteiston puhaltimia ja palonrajoittimia sekä tarvittaessa muitakin laitteita ohjata niiden aiheuttamasta paloilmoituksesta. /12, s.10/.

3.10 Ilmankäsittely- / ilmanvaihtolaitoksen äänilähteet

Sisäilmaston suunnittelussa keskeinen osa on ilmastoinnin (ilmankäsittely- /ilmanvaihtokoneen) äänitekniikka. Ilmastointijärjestelmän akustisen suunnittelun ja toteutuksen tavoitteena on luoda tilaan sopiva akustinen ympäristö eli äänen painetaso. Tämä tehtävä edellyttää:

- äänilähteiden
- äänen etenemisteiden ja
- vastaanottavat tilan akustisten ominaisuuksien tuntemista /22, s.1./

Ilmankäsittely- / ilmanvaihtolaitoksen äänilähteet jaetaan karkeasti kahteen ryhmään:

- äänilähteinä erilaiset koneet, kuten puhaltimet, kompressorit, pumput, ilma-lauhduttimet, moottorit, taajuusmuuttajat...
- ilmavirta kanavistossa, säätölaitteissa ja päätelaitteissa.

Ilmankäsittely- / ilmanvaihtokoneen suunnittelussa tulee huomioida laitteiden aiheuttamat äänitekniset ominaisuudet äänitehotasoin taajuuskaistoittain. A-painotettu äänenpainetaso riittää kuitenkin useissa tapauksissa. Tällöin on kuitenkin tiedostettava ne tekniset olosuhteet, joissa äänitaso toteutuu. /8, s.41./

Ilmankäsittely- / ilmanvaihtokoneet voidaan jaotella ryhmiin sen mukaisesti, miten ne jakavat äänitehon:

- puhaltimen aiheuttama ääniteho ohjautuu imukanavaan, painekanavaan ja IV-konehuoneeseen. Puhallinkammioon sijoitettu moottori käyttäytyy samalla tavalla äänitehonsa suhteen
- pumppu ja kompressori moottoreineen, puhallinkammion ulkopuolelle sijoitettu moottori, taajuusmuuttajat sekä huonetilaan sijoitetut ilmastointikoneiden äänitehot ohjautuvat sijoitettuun tilaan.
- ilmanlauhduttimen ääniteho ohjautuu normaalisti vapaasti ulkoilmaan. /8, s.41./

3.10.1 Taajuuspainotus

Ilmanvaihtolaitoksen äänitasoa mitattaessa taajuusanalyysin tekeminen on työlästä. Vielä tätäkin hankalampaa se on, jos ääni on lyhytkestoista tai sen voimakkuus vaihtelee jatkuvasti. Äänimittareihin on rakennettu painotussuodattimet, jotka suhteellisen hyvin mukailevat ihmisen kuuloherkkyyttä.

Standardin mukaisia painotuksia on neljä, joista normaalisti käytetään vain kolmea. Ne ilmoitetaan kirjaimin: A, B ja C.

- A-painotusta käytetään hiljaisilla äänillä (<55dB)
- B-painotusta keskivoimakkailla äänillä (<85dB)
- C-painotusta näitä voimakkaimmilla äänillä
- D painotusta käytetään vain lentoliikenteen melun mittaukseen/8, s.13./

Ilmastointilaitoksille sallittavat äänen voimakkuudet ovat varsin alhaisia ja ne ilmoitetaan yleisimmin A-taajuuspainotettuna äänenpainetasona eli A-äänitasona, jos tavoitteet halutaan ilmaista vain yhdellä luvulla. /8, s.13./

Sen käyttö teknisiin tarkoituksiin on rajoitettua, sillä se ei anna tietoa äänen laadusta (taajuudesta). /22, s.6./

Äänitason ohjearvot ovat rakennuksen LVIS-laitteiden ja muiden niihin rinnastettavien laitteiden aiheuttama A-taajuuspainotettu keskiäänitaso $L_{A,eq,T}$ (dB) ja enimmäisäänitaso $L_{A,max}$ (dB) huoneessa. Sovellettaessa ohjearvoja on otettava huomioon ilmanvaihdon ja sekä muiden äänilähteiden yhteisvaikutus. Mikäli tilaan tulee ääntä

useammasta kuin yhdestä äänilähteestä, pitää jokaisen äänilähteen erikseen tuottaman äänitason olla niin alhainen, ettei niiden yhteisesti aiheuttama äänitaso ylitä sallittua äänitasoa. Useamman äänilähteen vaikutus huonetilan kokonaisäänitasoon otetaan laskemalla huomioon kaikkien huonetilaan ääntä aiheuttavien laitteiden äänitason yhteen seuraavan kaavan (1) avulla. / 4, s. 27./

$$L_{\text{Atot}} = 10 \lg(10^{L_{A1}/10} + 10^{L_{A2}/10} + \dots + 10^{L_{An}/10}), \quad (1)$$

jossa L_{Atot} on laitteiden yhteisesti aiheuttama äänitason ja $L_{A1} \dots L_{An}$ on kunkin laitteen erikseen aiheuttama äänitason.

Esimerkki:

Eräs valmistaja esittää kompressorin äänitiedot alla olevan taulukon mukaisesti. Konehuoneen huoneabsorptioala on 20m².

TAULUKKO 6. Kompressorin äänitiedot

Taajuus, Hz						
125	250	500	1k	2k	4k	8k
Kompressorin äänen tehotaso						
79	84	89	93	94	87	79
Kompressorin äänen painetaso vapaassa kentässä 5m etäisyydellä						
52	57	62	66	67	60	52

Äänenpainetaso oktaavikaistoittain laskettuna on:

$$L_p = 10 \lg (10^{5,2} + 10^{5,7} + 10^{6,2} + 10^{6,6} + 10^{6,7} + 10^{6,0} + 10^{5,2}) = \underline{70,9\text{dB}}$$

Tämä koskee kuitenkin vapaata äänikenttää 5metrin etäisyydellä.

Konehuoneeseen syntyvä äänenpainetaso on selkeästi korkeampi. Se saadaan oktaavikaistoittain äänen tehotasosta kaavalla (2) / 8, s.43./

$$L_{pd} = L_w + 10 \lg (4/A) \quad (2)$$

eli

$$L_{pi} = L_{wi} + 10 \lg (4/20) = L_{wi} - 7\text{dB}$$

$$L_p = 10 \lg (10^{7,2} + 10^{7,7} + 10^{8,2} + 10^{8,6} + 10^{8,7} + 10^{8,8} + 10^{7,2}) = \underline{90,9\text{dB}}$$

3.10.2 Äänen eteneminen ilmankäsittely-/ ilmanvaihtokoneessa

Ilmankäsittely- / ilmanvaihtokoneessa on useita äänilähteitä. Äänet välittyvät useita eri reittejä eri tavoin vaimentuen.

- kanavien kautta puhaltimista, säätöpelleistä sekä muista äänilähteistä huonetiloihin
- kanavien kautta huonetilojen välillä
- rakenneaukkojen kautta ympäristöönsä
- kanavien seinämien läpi tai kanavien kautta huonetilojen välillä
- rakennuksen rakenteiden läpi, kuten seinät ja välipohjat
- rakenteiden kautta runkoääninä.

Hyvään äänitekniiseen lopputulokseen päästäkseen, tulee suunnittelussa huomioida samanaikaisesti useita meluntorjuntatoimenpiteitä. /8,s. 64./

3.10.3 Tärinäneristys

Mekaaniset laitteet, kuten ilmankäsittely- /ilmanvaihtokoneet, joissa on pyöriviä tai muulla tavalla liikkuvia osia, aiheuttavat tärinää, joka siirtyy runkoäänin rakennukseen. Runkoäänien siirtymisen estämiseksi kaikkiin ilmankäsittely- /ilmanvaihtokoneisiin on asennettava tärinäneristys. Värähdysliikkeessä olennaisia vaikuttajia ovat häiriövoima, koneiden massa, jousivoima sekä liikettä vaimentava voima. Häiriövoiman aiheuttaa pyörivän laitteen epätasapaino, laakereiden tasapainotus tai edestakaisin liikkuvasta massasta. /8, s.107./

Tärinäneristyksessä huomioidaan (kuva 6), että koneen alustaan / rakennuksen runkorakenteisiin vaikuttava voima olisi suhteellisen pieni /8, s.107/. Ilmankäsittely- /ilmanvaihtokone, johon vaikuttavaa tärinää, on sijoitettu tärinäneristimille (jouset). Järjestelmään vaikuttavat voimat ovat aina tasapainossa /8, s.107/.

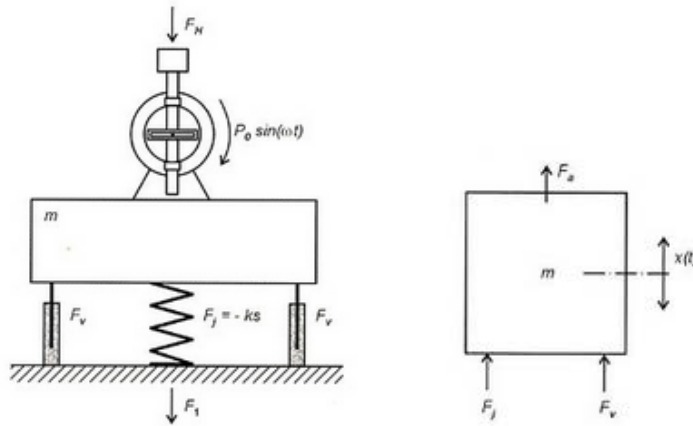
$$F_a + F_j + F_v = F_H \quad (3)$$

F_a = massasta (m) aiheutuva hitausvoima

F_j = jousivoima

F_v = liikkeen nopeudesta aiheutuva vaimentava voima

F_H = pyörivästä koneesta aiheutuva häiriövoima

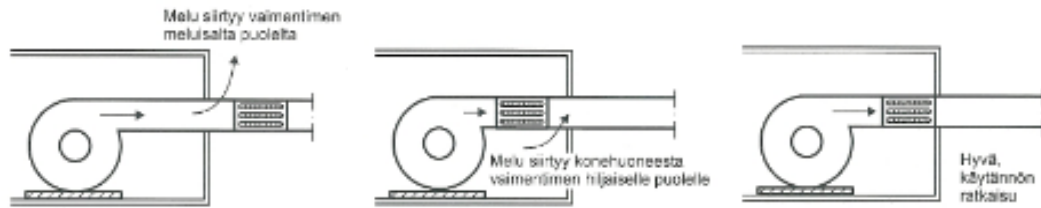


**KUVA 6. Jousimassa-muodostelma sekä siihen vaikuttavat voimat värähdysliik-
keessä. F_H on pyörimisliikkeen aiheuttama häiriövoima, F_a , F_j F_v ovat liikettä
vastustavia voimia. F_i on alustaan (rakenteisiin) vaikuttava voima ja (m) on vä-
rähtelevän koneen kokonaismassa /8, s.107/**

3.10.4 Äänenvaimentimet

Vaimentimina käytetään tehdasvalmisteisia vaimentimia, joiden suoritusarvot ja omi-
naisuudet on testattu voimassa olevien standardien (SFS-EN ISO 7235; SFS-EN ISO
11691) tai tyyppihyväksyntäohjeen mukaisesti. Vaimennusmateriaali on mineraalivil-
laa, lasivilla tai muuta palamatonta ainetta. Vaimennusmateriaalin kuitujen pääsy il-
mavirtaan estetään pinnoitteella, esimerkiksi lasikuituhuovalla. Pinnoite ei saa olla
kuitenkaan ilmatiivis vaimennusominaisuuksien säilymiseksi. Vaimennusmateriaalin
pintakerroksen on kestävä kevyttä mekaanista puhdistusta. Mikäli kaikkia puhdis-
tustapoja ei voi käyttää, tulee rajoitukset merkitä selkeästi näkyvälle paikalle äänen-
vaimentimeen ja/tai kohtaan, josta IV-puhdistus suoritetaan. Äänenvaimentimen tii-
viyden tulee olla vähintään sama kuin sen kanavan- tai ilmastointikoneen tiiviyden,
jonka osaksi se asennetaan. /1, s.76./

Standardeista poikkeava äänenvaimentimen sijoitustapa saattaa aiheuttaa suuria poik-
keamia vaimennuskykyyn sekä äänenkehitykseen tai korottaa puhaltimen äänitasoa.
Mikäli äänenvaimennin asennetaan standardista poikkeavasti, esimerkiksi välittömästi
ilmastointikoneen tai puhaltimen jälkeen, tulee asiasta esittää äänenvaimennuksesta ja
-kehityksestä tämän asennustavan mukaiset testitulokset (kuva 7). /1, s.77./



KUVA 7. Äänenvaimentimen sijoittaminen vaikuttaa melun kulkureitteihin /1, s.77/

3.11 Konekokonaisuudet

Ilmankäsittelykoneiden tyyppitys sekä niiden vaatimukset on selostettu TalotekniikkaRYL 2002:n kohdassa G32. Konekokonaisuuden tulee olla testattu standardien SFS-EN 1886 ja SFS-EN 13053 mukaisesti. Koneen osien tulee täyttää TalotekniikkaRYL 2002:n luvussa G31 esitetyt vaatimukset. /1, s.77./

Pienet ilmanvaihtokoneet eroavat ns. ilmankäsittelykoneista paitsi kokonsa puolesta myös siinä, että ne ovat sarjavalmistaisia, valmiiksi testattuja kokonaisuuksia, jotka toimitetaan toimintavalmiina./1, s.77./

3.12 Hyötysuhde

Ilmankäsittely-/ilmanvaihtokoneen hyötysuhteella tarkoitetaan lämmöntalteenotokennolla ulospuhallettavasta poistoilmasta sisään tuotavaan ilmaan siirrettyä lämpöenergian määrää. Hyötysuhde ilmoitetaan prosentteina. Hyötysuhdetta vertailtaessa ei kannata kuitenkaan katsoa pelkkää prosenttilukua, vaan sitä, paljonko koko ilmankäsittely-/ilmanvaihtokone kuluttaa energiaa. /10,s.1./

3.13 LTO vuosihyötysuhde

Rakennuksen ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde määritellään talteenotetun lämpöenergian Q_{LTO} ja kaikkien lämmöntalteenottovaatimusten piiriin kuuluvien poistoilmavirtojen mukana rakennuksesta poiskulkeutuvan lämpöenergian Q_{iv} suhteena eli

$$\eta_a = \frac{Q_{LTO}}{Q_{iv}} \quad (4)$$

eli

$$\eta_a = \frac{c_p \rho \sum_i q_{tLTO,i} S_{T,i}}{c_p \rho \sum_i q_{p,i} S_{S,i}} = \frac{c_p \rho \sum_i q_{p,i} S_{J,i}}{c_p \rho \sum_i q_{p,i} S_{S,i}} \quad (5)$$

$$\eta_a = \frac{c_p \rho \sum_i q_{tLTO,i} S_{T,i}}{c_p \rho q_p S_s} = \frac{c_p \rho \sum_i q_{p,i} S_{J,i}}{c_p \rho q_p S_s} \quad (6)$$

Koska ilmavirtojen ominaislämpökapasiteettien ja tiheyksien oletetaan olevan yhtä suuret, yhtälö (6) saa muodon

$$\eta_a = \frac{\sum_i q_{tLTO,i} S_{T,i}}{q_p S_s} = \frac{\sum_i q_{p,i} S_{J,i}}{q_p S_s} \quad (7)$$

Yhtälö (7) voidaan kirjoittaa muotoon

$$\eta_a = \frac{\sum_i R_{T,i} S_{T,i}}{S_s} = \frac{\sum_i R_{P,i} S_{J,i}}{S_s} \quad (8)$$

$R_{T,i}$ on ilmavaihtokoneen (i) tuloilmavirran ja kaikkien lämmön talteenottovaatimuksen piiriin kuuluvien poistoilmavirtojen suhde

$R_{P,i}$ on ilmavaihtokoneen (i) poistoilmavirran ja kaikkien lämmöntalteenottovaatimuksen piiriin kuuluvien poistoilmavirtojen suhde /21, s. 24./

Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D3 (2012) löytyy LTO-laskin, jonka avulla voidaan laskea (pientalojen) lämpöhäviöiden taseuslaskennassa tarvittavat keskimääräiset poistoilmavirrat ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhde, kun rakennuksessa on useita ilmanvaihtokoneita ja niillä erilaisia käyttöaikoja. Toinen laskin ottaa huomioon myös eri säävyöhykkeet. /19./

3.14 LTO lämpötilahyötysuhde

Ilmanvaihdon lämmöntalteenottolaitteen kykyä ottaa poistoilmasta lämpöä talteen voidaan kuvata tuloilman lämpötilahyötysuhteella ja poistoilman lämpötilahyötysuhteella.

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton tuloilman ja poistoilman lämpötilahyötysuhteet soveltuvat molemmat käytettäväksi lämmöntalteenotolla varustettujen tulo- ja poistoilmanvaihtokoneiden laskennassa. Jos poistoilman lämmöntalteenotto toteutetaan erillisenä esimerkiksi nestekiertoisena järjestelmänä, laskenta suositellaan tehtäväksi selvyden vuoksi poistoilman lämpötilahyötysuhteen avulla. Tällaisessa järjestelmässä ei aina ole löydettävissä selviä poisto- ja tuloilmavirtapareja. /21, s.14./

Hyötysuhde määritetään yhtä suurilla tuloilman ja poistoilman massavirroilla, lämmönsiirtimet kuivina ja ilman jäätyminen estoja tai tuloilman lämpötilan rajoituksia. Tällöin tulo- ja poistoilman lämpötilahyötysuhteet ovat yhtä suuria. /21, s.14./

Jäteilmapuhaltimen vaikutusta jäteilman lämpötilaan ei tarvitse ottaa tämän esimerkin laskelmissa huomioon. Kanavistossa tapahtuva ilmavirran lämpeneminen ja jäähtyminen on otettava laskelmissa huomioon, jos ne vaikuttavat rakennuksen lämpötaseeseen oleellisesti. Määräystenmukaisuuden osoittamisessa asianmukaisesti lämpöeristettyjen ulko- ja jäteilmakanavan lämpöhäviöt voidaan yleensä jättää huomioon ottamatta. Poistoilman lämpötilahyötysuhdetta tarvitaan, kun lasketaan jäätyminen estoon tarvittavaa lämpötilahyötysuhteen säätämistä poistopuolella. Tuloilman lämpötilahyötysuhdetta tarvitaan, jos tuloilman lämpötilaa rajoitetaan lämmityskaudella lämmöntalteenottoa heikentämällä. /21, s.14./

Tuloilman lämpötilahyötysuhde on

$$\eta_t = \frac{(t_{iLTO} - t_u)}{(t_s - t_u)} \quad (9)$$

Poistoilman lämpötilahyötysuhde on

$$\eta_p = \frac{(t_s - t_j)}{(t_s - t_u)} \quad (10)$$

Esimerkki:

*Eräs valmistaja ilmoittaa seuraavat lämpötilat ilmanvaihtokoneen mitoituslaskelmas-
sa, joka on tehty ulkoilman lämpötilalla t_u on $0\text{ }^\circ\text{C}$. /21, s.14/.*

Sisäilman lämpötila t_s on $21\text{ }^\circ\text{C}$

Tuloilman lämpötila LTO:n jälkeen t_{LTO} on $15\text{ }^\circ\text{C}$

Jäteilman lämpötila LTO:n jälkeen t_j on $8\text{ }^\circ\text{C}$

Tuloilman lämpötilahyötysuhde $\eta_t = (15 - 0)/(21 - 0) = \underline{71\%}$

Poistoilman lämpötilahyötysuhde $\eta_p = (21 - 8)/(21 - 0) = \underline{62\%}$

Tuloilman lämpötilahyötysuhteen ja poistoilman lämpötilahyötysuhteen yhteys saa-
daan lämpötaseen perusteella asettamalla poistoilmasta otettu lämpöteho samaksi kuin
tuloilmaan siirtyvä lämpöteho /21, s.15/.

$$c \rho q_{pLTO} (t_s - t_j) = c \rho q_{tLTO} (t_{LTO} - t_u) \quad (11)$$

Korvaamalla molempien puolien lämpötilaerot poisto- ja tuloilman lämpötilahyöty-
suhteilla (9) ja (10) saadaan yhtälö (11) muotoon

$$c \rho q_{pLTO} \eta_p (t_s - t_u) = c \rho q_{tLTO} \eta_t (t_s - t_u) \quad (12)$$

olettamalla ominaislämpökapasiteetit ja tiheydet yhtä suuriksi saadaan yhtälö muotoon

$$\eta_p = \eta_t R_{LTO} \quad (13)$$

missä R_{LTO} on lämmöntalteenoton läpi kulkevien tuloilmavirran ja poistoilmavirran suhde

$$R_{LTO} = \frac{q_{tLTO}}{q_{pLTO}} \quad (14)$$

Mikäli lämmöntalteenottolaitteen valmistaja ilmoittaa tuloilman lämpötilahyötysuhteen epäsuhteisilla ilmavirroilla, niin poistoilman lämpötilahyötysuhde voidaan laskea siitä yhtälöllä (13). Tuloilman lämpötilahyötysuhde yhtä suurilla ilmavirroilla voidaan laskea epäsuhteisilla ilmavirroilla ilmoitetusta lämpötilahyötysuhteesta riittävällä tarkkuudella seuraavasti. /21, s. 15./

$$\eta_{\eta(R_{LTO}=1)} = \frac{(1 + R_{LTO})}{2} \eta_{\eta(R_{LTO})} \quad (15)$$

ja päinvastoin

$$\eta_{\eta(R_{LTO})} = \frac{2}{(1 + R_{LTO})} \eta_{\eta(R_{LTO}=1)} \quad (16)$$

Esimerkki:

Edellisen esimerkin ilmanvaihtokoneen ilmavirrat eivät olleet tasapainossa, koska tulo- ja poistoilman lämpötilahyötysuhteet poikkesivat toisistaan. Tuloilmavirta on 1,3 m³/s ja poistoilmavirta on 1,5 m³/s.

Seuraavassa lasketaan samalle koneelle yhtä suuria ilmavirtoja vastaava tuloilman lämpötilahyötysuhde. /21, s.15./

Lasketaan tulo- ja poistoilmavirran suhde R_{LTO} lasketaan yhtälön (6) mukaan

$$R_{LTO} = q_t/q_p = 1,3 / 1,5 = 0,87$$

Yhtälön (14) mukaan

$$\eta_{\eta(R_{LTO}=1)} = (1 + 0,87)/2 \times 71 \% = \underline{66 \%}$$

3.15 Ominais sähköteho

Ominais sähköteho on suurin yksittäinen asia, joka vaikuttaa ilmapuhallin-/ ilmanvaihtokoneen vuotuisiin käyttökustannuksiin.

Suomen Rakentamismääräyskokoelmaosa D3 asettaa ominais sähköteholle, SFP (=Specific Fan Power), enimmäisarvon 2,0kW/ (m³/s). Kyseinen arvo koskee tavanomaisia kohteita (asuin-, liike- ja toimistorakennukset, koulut yms.).

Ilmanvaihtojärjestelmän energiatehokkuus

2.6.1

Ilmanvaihdon energiatehokkuus varmistetaan rakennuksen käytön kannalta tarkoituksenmukaisilla keinoilla tinkimättä terveellisestä, turvallisesta ja viihtyisästä sisäilmastosta.

2.6.1.1

Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominais sähköteho saa olla enintään 2,0 kW/(m³/s).

Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominais sähköteho saa olla enintään 1,0 kW/(m³/s).

2.6.1.2

Ilmanvaihtojärjestelmän ominais sähköteho voi olla edellä mainittuja suurempi, jos esimerkiksi rakennuksen sisäilmaston hallinta edellyttää tavanomaisesta poikkeavaa ilmastointia.

2.6.2

Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä. Vastaava lämpöenergiantarpeen pienentäminen voidaan toteuttaa

- 1) rakennuksen vaipan lämmöneristystä parantamalla;*
- 2) rakennuksen vaipan ilmanpitävyyttä parantamalla; tai*
- 3) vähentämällä ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemää lämpömäärää muulla tavalla kuin poistoilman lämmöntalteenotolla.*

3.15.1 Koko rakennuksen ja järjestelmän ominais sähköteho

Ilmanvaihtojärjestelmän koko ominais sähköteho (=SFP-luku) on rakennuksen koko ilmanvaihtojärjestelmän yhteenlaskettu sähköverkosta ottama sähköteho (kW) jaettuna ilmanvaihtojärjestelmän koko mitoitusjäteilmavirralla tai mitoitusulkoilmavirralla (m³/s). Mikäli nämä ovat eri suuret, lasketaan näistä suurempaa kohti. Sähköverkosta

ottaman sähkötehon tulee sisältää koko ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimien moottorien sähkötehon lisäksi mahdollisten taajuusmuuttajien sekä muiden tehonsäätöön vaikuttavien laitteiden sähköteho. /1, s.77 -78./

3.15.2 Ilmankäsittelykoneen ominaissähköteho

”Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho (SFP) lasketaan jakamalla yhteenlaskettutulo- ja poistoilmapuhaltimien sähköteho rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän koko mitoitusjäteilmavirralla tai mitoitusulkoilmavirralla. Jäteilmavirta on useimmiten mitoittava tekijä, koska yleensä tilat ja rakennus suunnitellaan alipaineisiksi. Ominaissähkötehoa laskettaessa otetaan huomioon vain ne puhaltimet, jotka osallistuvat rakennuksen ilmanvaihtoon”. /6; 3; 4./

Ilmanvaihto rakennuksessa koostuu yleensä useista erillisistä koneista, jotka palvelevat eri alueita tai kerroksia. Jotta suunnittelu- ja hankintavaiheessa voidaan helposti todeta vaatimusten täytyminen, otetaan käyttöön yksittäisen koneen ominaissähköteho (=SFP-luku). /1, s.78./

Ilmankäsittelykone, joka sisältää tulo- ja poistokoneen ominaissähköteho (SFP-luku) on sähköverkosta yhteenlaskettu puhaltimien ottama sähköteho (kW) jaettuna koneen ilmavirroista suuremmalla (m^3/s), joko tulo- tai poistoilmavirta. Sähkön ottoteho lasketaan mitoitusvirralla, puhtaan suodattimen ja kuivien lämmönsiirtimien painehäviöllä.

$$SFP = \frac{P_{tulo} + P_{poisto} + P_{apulaitteet}}{q_{max}} \quad (17)$$

SFP = ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho, kW (m^3/s)

P_{tulo} = tuloilmapuhaltimen ottama sähköteho yhteensä, kW

P_{poisto} = poistoilmapuhaltimien ottama sähköteho yhteensä, kW

$P_{apulaitteet}$ = taajuusmuuttajien ja muiden säätölaitteiden sekä mahdollisten LTO-pumppujen ja – moottorien ottama sähköteho, kW

q_{max} = mitoittava jäteilmavirta tai ulkoilmavirta (koneen ilmavirroista suurempi, tulo tai poisto), m^3/s /5, s.3./

Puhaltimien sähkön ottoteho (kW) tarkoittaa sitä mitattavaa sähkötehoa, jonka puhaltimet mitoitusasteessa toimiessaan sähköverkosta ottavat. Ottotehoon vaikuttaa täten esimerkiksi puhaltimien

- hyötysuhde
- hihnakäytön hyötysuhde
- moottorin hyötysuhde
- mahdollisen pyörimisnopeussäätimen hyötysuhde (esim. taajuusmuuttaja) /1, s.77 -78./

3.16 Poikkeukset

Suosituksen mukaisesta SFP-luvusta 2,0 kW/(m³/s) voidaan tarvittaessa poiketa, mikäli rakennuksen sisäolosuhteet sitä vaativat. Tällaisia poikkeuksellisia tiloja voi olla esimerkiksi sairaaloissa, laboratorioissa ja joissakin tuotantotiloissa esimerkiksi seuraavista syistä:

- tuloilmalta vaaditaan monivaiheista suodatusta, esimerkiksi normaalin hienosuodattimen lisäksi kemiallista suodatinta tai HEPA-suodatinta, jotka kasvattavat painehäviön tavanomaista korkeammaksi
- sisäilmaston hallinta edellyttää poikkeuksellisen paljon painehäviöitä aiheuttavia toiminto-osia ilmankäsittelykoneeseen, jos esimerkiksi tarvitaan ilman lämpötilan ja kosteuden hallintaa kaikissa olosuhteissa.
- ilmanvaihtolaitoksen käyttöaika on poikkeuksellisen lyhyt (alle 4 tuntia vuorokaudessa).

Tällaisessa tapauksessa tyypillinen ominaissähkötehon lisäys on luokkaa 0,5 kW/(m³/s). /7,s.14./

3.17 Erillinen tulo- tai poistoilmakone tai erillinen puhallin

$$SFP_v = \frac{P}{q} \quad (18)$$

P= puhaltimen ottama sähköteho, kW

q= koneen tai puhaltimen ilmavirta, m³/s

Rakennuksen IV-järjestelmien ominaissähköteho pystytään määrittelemään myös kokonaispainehäviö jaettuna kokonaishyötysuhteella.

Kokonaispainehäviöön voidaan vaikuttaa muuttamalla;

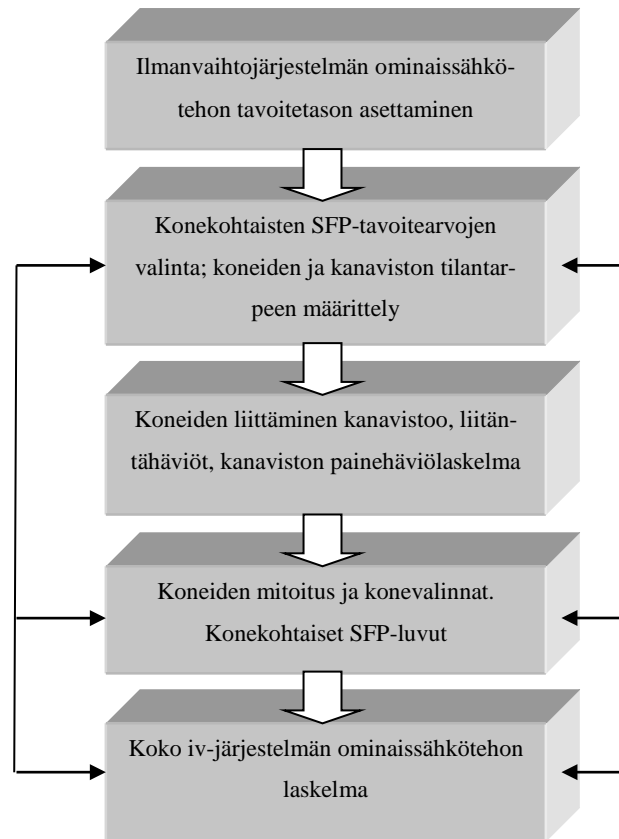
- kanaviston painehäviötä
- ilmankäsittelykoneen painehäviötä (liitänthäviöineen)
- puhaltimen kokonaishyötysuhdetta

/1, s.78./

3.18 Suunnittelun kulku

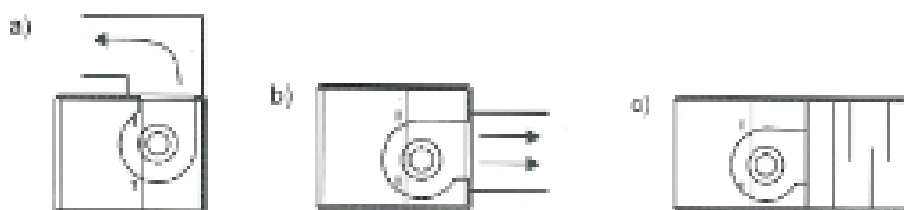
Ilmankäsittely- /ilmanvaihtokoneen suunnittelu pitää sisällään seuraavat vaiheet (LVI-kortissa 30-10149):

1. SFP-luvun tavoitearvon valinta koko rakennukselle ja järjestelmille: suunnittelun alkuvaiheessa asetetaan tavoite koko rakennuksen sähkötehokkuudelle: tätä käytetään pohjana konekohtaisten arvojen määrittelylle (kuva 8).
Konekohtaisten SFP_v – tavoitearvojen valinta mitoitusilmavirralla. Tässä yhteydessä määritellään alustavasti myös koneiden ja kanaviston tilantarve.
2. SFP_v-tavoitearvojen käyttö vertailutyökaluna eri konevaihtoehtojen ja –yhdistelmien kesken
3. Laitteiden ja toiminto-osien valinta – lähtökohtana on valittu SFP-tavoitearvo ja ohjeelliset (yleiset) laitekohtaiset suositukset sekä mahdollisuus kompensointiin (eri koneiden kesken ja saman koneen eri osien kesken).

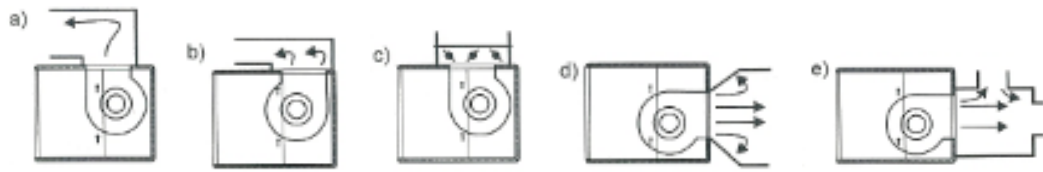


KUVA 8. Ominaissähkötehon suunnitteluprosessin kulku /1, s.79/

- Määritellään kanaviston painehäviö. Suunnitellaan koneen liittäminen kanavistoon: miten liitäntä tehdään siten, että vältetään suuret liitäntähäviöt ja suunniteltu sähkötehokkuus säilyy (kuva 9 ja 10). Käytännön esimerkkejä ja suojetäisyyksiä on esitetty standardissa SFS-EN 5148.
- Lasketaan konekohtaisista arvoista koko rakennusta koskeva SFP-luku, verrataan sitä tavoitearvoon ja tehdään tarvittavat muutokset ts. palataan tarvittaessa vaiheeseen 2 tai 3.
- Taloudellisuustarkastelut, elinkaariarviot -> tarvittaessa palataan vaiheeseen 2 tai 3. /1, s. 77-79./



KUVA 9. Tavanomaisilla liitäntätavoilla tapahtuu häviöitä, jotka on huomioitava puhaltimen valinnassa /1, s.79/



KUVA 10. Ilmastointikoneen liitännällä kanavistoon on iso merkitys puhaltimen ottamalla sähköteholla. Kuvassa on erilaisia liitöntäpoja, joita välttämällä välttyy suurilta häviöiltä sekä puhaltimien sähkötehon tarpeelta ja sähköenergian kulutukselta.

- puhaltimen pyörimissuunta kanavamutkaan nähden kasvattaa painehäviötä
- tiukka ja ahdas mutkakappale puhaltimen jälkeen kasvattaa painehäviötä
- puhaltimen paineaukossa olevat laitteet kasvattaa painehäviöitä
- puhaltimelta virtaus ohjautuu laajempaan kanavistoon, joka aiheuttaa pyörteilyä ja painehäviöitä
- kammion haarojen tasapainottaminen on vaikeaa, toiseen haaraan kohdistuvan dynaamisen paineen vuoksi /1, s.80./

3.19 Ilmankäsittely-/ ilmanvaihtokoneen hygienia

Ilmankäsittely- /ilmanvaihtokone tulee suunnitella ja toteuttaa avattavilla luukuilla, joiden kautta puhdistus voidaan suorittaa.

Lumen ja veden pääsy ulko-ilmasta koneeseen estetään käyttämällä tähän tarkoitukseen suunniteltuja, standardin SFS-EN 13030 mukaan testattuja säleikköjä tai muita laitteita ja mitoittamalla otsapintanopeudeksi alle 2m/s. Tuloilmasuodatin sijoitetaan siten, ettei se missään olosuhteissa pääse kastumaan. Ulkoilmasäleikön ja ilmankäsittelykoneen väliin voidaan suunnitella/ asentaa myös kammio (esim. lumisiepparit), jossa ilman nopeus on alle 1,5m/s ja joka vähentää sadeveden ja lumen pääsyä koneeseen. /1, s.80./

Ilmankäsittely-/ilmanvaihtokoneen jäähdytyspatterit ja lämmöntalteenottolaitteet (=LTO) tulee varustaa tippuvesialtailla. Tulo- ja poistokanavien kondenssiviemärintiä ei saa yhdistää samaan putkeen, ellei niiden välissä ole vesilukkoa. Ilmankäsittely- / ilmanvaihtokoneesta lähtevään kondenssiveden poistoyhteeseen laitetaan vesilukko välittömästi koneen ulkopuolelle. Eri ilmankäsittelykoneiden kondenssivedet voidaan johtaa yhteiseen kokoojaputkeen, kun vesilukko on kokoojaputken ja jokaisen koneesta/ koneista lähtevän vedenpoistoyhteen välissä /1, s. 80./

3.20 Jäätymissuojaus, sulatusenergia

Tuloilmapuhaltimen sammuttaminen pakkasella on yleisin käytetty huurteensulatusjärjestelmä. Ilmankäsittely-/ilmanvaihtokoneen tuloilmapuhaltimen sammuttaminen muuttaa talon ilmaston koneelliseksi poistoksi. Talossa ei kuitenkaan ole korvausilmareittejä, jolloin korvausilma tulee hallitsemattomasti alapohjasta, savupiipun kautta jne. Alapohjan kautta kulkeutuu myös radonia huoneilmaan. /10, s.1./

Pohjoisen ilmastossa on tärkeää estää koneen lämmöntalteenottolaitteiden (=LTO) jäätyminen. Laitteet tulee varustaa sen vuoksi jäätymissuojauksella ja /tai automaattisilla sulatuslaitteilla.

Standardin SFS-EN 13053 liite määrittelee, miten jäätymisenestoon ja sulatukseen tarvittava energiamäärä lasketaan ja testataan. Tämäkin energiatarve tulee huomioida määritettäessä lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta. /1, s.81./

3.21 Ilmanvaihtojärjestelmän toimintakunnon varmistaminen ja käyttöönotto

Ilmankäsittely-/ ilmanvaihtokoneen käyttöönotossa huomioidaan suunnitelman mukaisuus (eristykset, palopellit, -osastoinnit), tiiviys, automatiikan asennus / toimivuus sekä yleinen siisteys. Käyttöönottoon mennessä urakoitsija on suorittanut laitteistolle oman käyttöönottotarkastuksen ja luovutusmateriaalin mukana luovuttaa tilaajalle mittaus- ja virituspöytäkirjat, käyttö- ja huoltokansiot sekä loppupiirustukset.

Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa D2 (2010) esittää vaatimukset seuraavasti (määräys lihavoituna):

5.1.1

Ilmanvaihtojärjestelmän tiiviys on tarkastettava ja tarvittaessa mitattava. Selvitys tarkastuksesta ja mittauksesta on liitettävä rakennustyön tarkastusasiakirjaan.

Rakentamismääräyskokoelman osassa A1 esitetään määräykset ja ohjeet rakennustyön tarkastusasiakirjasta.

5.1.1.1

Yleensä koko ilmanvaihtojärjestelmän tiiviys mitataan.

Tiiviys mitataan standardin SFS 3542 mukaisella tiiviyskokeella.

5.1.1.2

Jos kanavisto on tehty vähintään tiiviysluokan C mukaisista laadultaan testatuista ja tarkastetuista kanavista ja kanavanoista, voidaan tiiviys mitata pistokokein. Pistokokeiden laajuus on 20 % kanaviston pinta-alasta. Jos kanavien ja kanavaosien tiiviysluokka on parempi kuin C, on pistokokeiden laajuus 10 % kanaviston pinta-alasta.

Jos kanavistossa on tiiviysluokkaa C huonompia kanavia ja kanavanoja, kasvatetaan pistokokeiden laajuutta näiden pinta-alalla. Jos näiden kanavien ja kanavanojen pinta-ala on yli 25 % kanaviston kokonaispinta-alasta, mitataan koko kanavisto. Tällaisten osien pinta-ala lasketaan siten, että liitoksen pinta-ala on poikkileikkauksen piiri kertaa 2 metriä. Esimerkiksi T-kappaleessa on liitoksia kolme ja kanavien liitoksessa kaksi.

5.1.1.3

Yhtä tilaa tai yhtä asuntoa palvelevissa ilmanvaihtojärjestelmissä tiiviyskoe voidaan korvata asennustarkastuksella, jos kanavisto on tehty kokonaan vähintään tiiviysluokan C mukaisista laadultaan testatuista ja tarkastetuista kanavista ja kanavanoista.

5.1.1.4

Koko kanaviston tiiviys on mitattava, jos kanavistossa kuljetetaan myrkyllisiä tai syövyttäviä kaasuja sisältävää ilmaa tai muuten terveydelle vaarallista ilmaa.

5.1.1.5

Jos tiiviysluokan A tai sitä paremman tiiviysluokan laadultaan testattu ja valvottu ilmanvaihtokone toimitetaan yhtenä kokonaisuutena tai paloina siten, että työkohteessa tehdään enintään kaksi liitosta tuloilmapuolella ja/tai kaksi liitosta poistoilmapuolella, ei työkohteessa tarvitse tehdä tiiviyskoetta. Muille tiiviysluokan A tai sitä paremman tiiviysluokan laadultaan testatuille ja val-

votuille ilmanvaihtokoneille tehdään tiiviyskoe pistokokeena. Kokeiden laajuus on 20 % ilmanvaihtokoneista kuitenkin vähintään yksi ilmanvaihtokone.

5.1.2

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus on tarkastettava ja järjestelmä on tarvittaessa puhdistettava ennen ilmavirtojen mittausta ja säätöä.

Ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirrat on mitattava ja säädettävä, ominaissähköteho on mitattava ja järjestelmän toiminta sekä puhtaus on todettava suunnitelman mukaiseksi ennen rakennuksen käyttöönottoa.

Selvitykset näistä on liitettävä rakennustyön tarkastusasiakirjaan.

5.1.2.1

Ilmanvaihtojärjestelmän sähkölaitteiden toiminta kokeillaan lopullisilla virtayhteyksillä sulakkeet kiinnitettyinä.

5.1.2.2

Toimintakokeet suoritetaan ennen ilmavirtojen mittausta ja säätöä. Ennen kokeiden aloittamista tarkistetaan, ettei rakennus tai ilmanvaihtojärjestelmä ole niin keskeneräinen, että se vaikuttaisi ilmavirtoihin, paineisiin tai siirtoilman virtaussuuntiin. Tällöin tarkistetaan, että rakennus on riittävän puhdas, tiloissa ei enää tehdä pölyäviä rakennustöitä, ilmanvaihtolaitteiden suodattimet on asennettu sekä ovet ja ikkunat ovat paikalla an. Rakennuksen ja sen ilmanvaihtojärjestelmän riittävän puhtauden vähintään silmämääräinen tarkastus varmennetaan rakennustyön tarkastusasiakirjaan.

5.1.2.3

Ilmavirtojen perussäätö tehdään yleisimmän käyttötilanteen mukaisella käyttöajan tehostamattomalla ilmavirralla. Säätölaitteiden asetus suoritetaan eri vuodenaikojen keskimääräisiä olosuhteita vastaavissa käyttötilanteissa. Paineiden suunnitelmanmukaisuus todetaan savukokein tai ilmavirta- ja paineeromittauksin.

5.1.2.4

Ilmanvaihtojärjestelmän virtaus-, ääni-, sähkö- ja lämpötekniset suoritusarvot mitataan vähintään järjestelmän käyttöajan tehostamattomalla mitoitussilmavirralla ja asunnoissa myös tehostetulla mitoitussilmavirralla. Hyväksyttävät poikkeamat mitoitusarvoista ovat yleensä seuraavat:

- | | |
|--------------------------------------|---------------|
| 1) ilmavirta järjestelmäkohtaisesti | $\pm 10 \%$; |
| 2) ilmavirta huonekohtaisesti | $\pm 20 \%$; |
| 3) ilman nopeus oleskeluvyöhykkeellä | + 0,05 m/s; |
| 4) sähköteho | + 10 %; sekä |
| 5) lämmitysteho | -10 %. |

Hyväksyttävät poikkeamat sisältävät sekä mittaustuloksen poikkeamat että mittausepävarmuuden.

5.1.2.5

Mittaukset ja mittauservojen muuntaminen vastaamaan mitoituservoja suoritetaan voimassa olevien standardien mukaisesti. Mittauksissa käytetään laitteita, joiden kalibrointi on voimassa ja menetelmiä, joiden mittausepävarmuus on yleensä enintään puolet kohdassa 5.1.2.4 luetelluista hyväksyttävistä poikkeamista./ 4, s.25-26./

3.22 Sähköhinnan kehitys

Sähköhinnan kehityksellä on suuri merkitys ilmanvaihto- / ilmapuhalluskoneiden käyttö- ja ylläpitokustannuksiin. Vaikka koneiden SFP-lukua saataisiin pienettyä, niin sähköhinnan nousu vaikuttaa nostavasti vuotuisiin käyttökustannuksiin. On kuitenkin syytä huomioida, että mikäli valitaan enemmän kuluttava laite, kasvavat kustannukset vielä tätäkin enemmän.

Suomessa sähkön hintakehitys muodostuu useasta erillisestä muuttujasta. Näistä merkittävimmät muuttajat ovat:

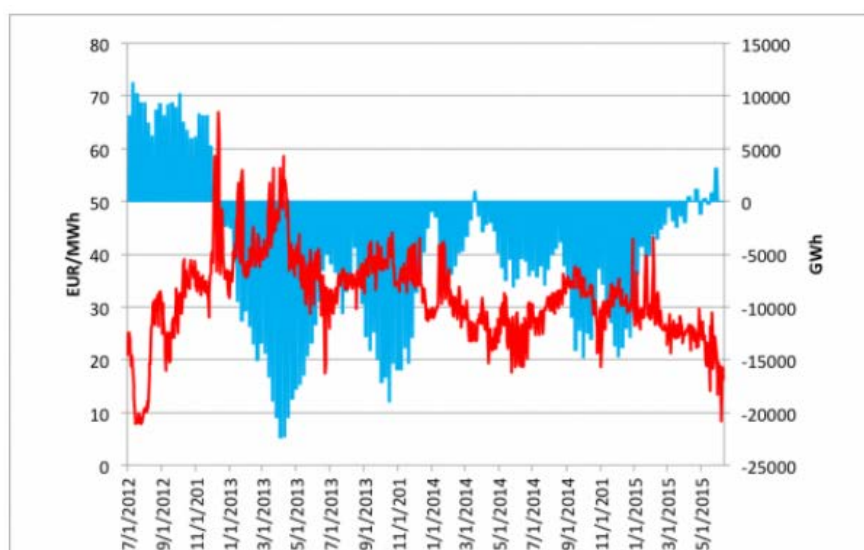
- arvonlisävero
- sähkön hankinta- ja jakeluverkkosiirtokulut.

Pienemmässä roolissa sähkön hinnan muodostumisessa ovat

- sähköverot
- kantaverkkosiirto- ja sähkön myyntikulut.

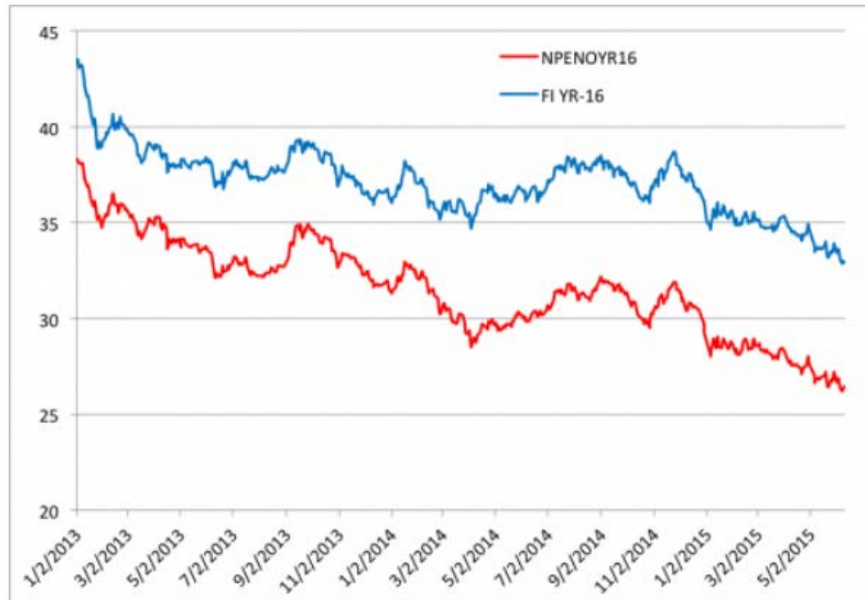
Sähkön hinta on noussut vuodesta 2005 vuoteen 2012. Erityistä hinnannousua oli vuonna 2010, jonka aikana sääolosuhteet, kulutuksen alhainen jousto, Ruotsin ydinvoimalaitosten käyttöseisokit sekä alhainen siirtokapasiteetti aiheuttivat merkittäviä hintapiikkejä pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla. Merkittävin kuluttajalle näkynyt hinnankorotus näkyi kuitenkin vuoden 2011 alussa. Suomessa sähkön hintakehitys koki tammikuussa 2011 rajun nousun, kun sähkön verotusta nostettiin tuntuvasti. Vuonna 2011 toteutetulla verotuksen nostolla oli suora vaikutus myös kotitalouksien sähkölaskujen suuruuteen. Samaan aikaan suuret sähköyhtiöt korottivat hintojaan vedoten vaikeaan markkinatilanteeseen. Suurin lasku jäi niiden kuluttajien maksettavaksi, jotka eivät aktiivisesti etsineet niitä toimijoita, jotka markkinatilanteesta huolimatta pystyivät tarjoamaan sähköä halvemmalla. /9./

Pohjoismaisen vesitilanteen paraneminen on nähtävissä pitkän ajan hydrologiakuvauksesta (kaavio 1). Samalla kun vesitilanne on kehittynyt yli normaalintason, myös systeemihintataso laski voimakkaasti. Osittain spot-hinnan laskua selittää myös uusiutuvan energian määrä (erityisesti tuulituotanto), joka on kasvanut tasaisesti viime vuosina. /11./



KAAVIO 1. NordPool-alueen hydrologiatilanteen kehitys (sinisellä; mitta-asteikko oikealla) ja sähkön spot-hintakehitys (punaisella; mitta-asteikko vasemmalla) /11/

Suomen hinta-alueen tukkuhintaa tarkasteltaessa tulee huomioida aluehintaeron vaikutus. Kaavio 2 esittää vuosituotteen 2016 tukkuhintakehityksen eli systeemihintatermiinin ja Suomen hinta-alueen kokonaishintakehityksen. Jälkimmäinen (kuvasa FI-hinta) huomioi myös SYHEL-aluehintajohdannaisen hinnan. /11./



KAAVIO 2. Vuosituotteen 2016 hintakehitys tukkumarkkinoilla: systeemijohdannainen punaisella ja Suomen hinta-alueen kokonaishinta sinisellä /11/

Ilmankäsittely- /ilmanvaihtokoneen valinnassa on erityisesti kiinnitettävä huomiota sen investointikustannusten ja suoritusarvojen lisäksi koneen elinkaaren aikaisiin kustannuksiin. Halvin konevaihtoehto, joka juuri ja juuri täyttää tekniset suoritusarvovaatimukset ei ole yleensä vuotuisilta käyttökustannuksiltaan halvin eikä edullisin. Suurella otsapintanopeudella saadaan konekokoa pienennettyä, mutta samalla nousevat painehäviö ja energiakäyttö. Usein pieni kone tuottaa kanavistoon myös suuremman äänitason ja täten vaatii enemmän äänen vaimennusta. Ilmankäsittelykoneen valinnassa onkin tarkasteltava kokonaistaloudellisuutta ja määriteltävä koneen elinkaaren aikaiset kustannukset. /1, s.81./

Niihin vaikuttavat mm. seuraavat tekijät:

- konekoko suhteessa ilmavirtaan (väljempi/ kireämpi mitoitus)
- suodattimien pinta-ala: pitkä/ keskipitkä suodatin karkeassa tarkastetussa, tarkemmassa useita eri pinta-aloja
- lämmöntalteenoton tyyppi: regeneratiivinen/ levylämmönvaihdin ja niiden hyötysuhde
- puhaltimen voimansiirto: latta-/kiilahihna
- laskentakorko
- energian hinnan nousu /1, s.81/.

Lopulliseen tulokseen vaikuttaa myös:

- ilmavirta sekä tulo- että poistoilmakanavistossa
- suodatusluokka
- käyttöaika
- lämmitysenergian hinta
- laskennallinen tarkastelujakso, elinkaaren pituus /1, s.81/.

Elinkaarikustannusten määrittelyä varten on käytettävissä laskentaohjelmia, joilla voidaan nopeasti tarkastella muuttujien vaikutusta koneen elinkaaren aikaisiin kustannuksiin. Investointi- ja käyttökustannukset saadaan yhteismitallisiksi muuttamalla ne vastaamaan nykyarvoa tai annuiteettia. /1, s.81-82./

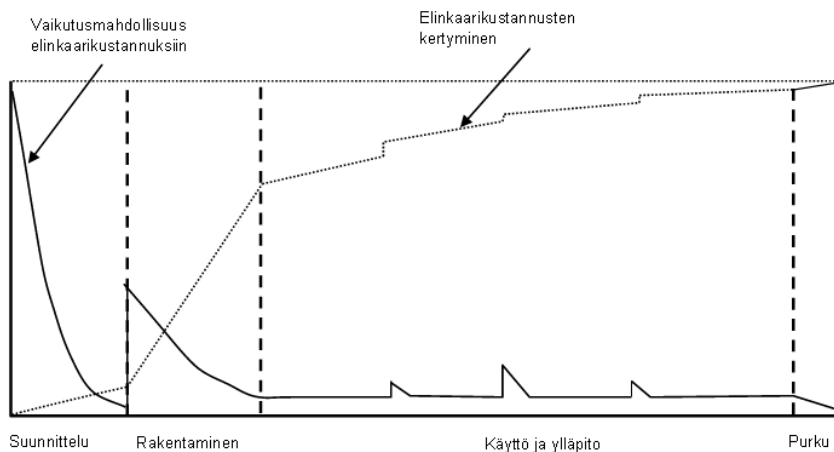
3.23 Elinkaarilaskennan lähtökohdat

Hankkeen talouden hallinnan tarkoituksena on saavuttaa sille asetetut tavoitteet kohtuullisin kustannuksin. Tämä edellyttää hankkeen suunnittelulle ja rakentamiselle tavoitteiden määrittelyä, minkä jälkeen talouden hallinta on johtamista. Tilaajan tulisi saada riittävästi tietoa vaihtoehtoisista mahdollisuuksista ja niiden kustannuksista. /14, s.10./

Päätöksentekijä eli tilaaja ei useinkaan tunne päätöksestä aiheutuvia kustannuksia, joten tavoitteiden asettaminen on haasteellista. Huonosti ohjatussa hankkeessa seuraukset tulevat ilmi aikaisintaan suunnitteluvaiheessa liian kalliina suunnitteluratkai-

suna tai vasta rakennustyön tai käytön aikana, jolloin vaikuttamismahdollisuudet ovat vähissä. /14, s.10./

Hankkeen suunnittelulla ja niistä tehdyillä päätöksillä on iso merkitys koko elinkaaren aikaisten kustannusten muodostumiseen (kuva 12). Suunnittelun eri vaiheissa laskelmien tarkkuus vaihtelee: Hanksuunnittelun kuluessa on hyvä vertailla eri vaihtoehtoja, jolloin absoluuttiset arvot sinällään voivat olla epätarkkoja. Suunnitteluvaiheen edetessä absoluuttisten arvojen oikeellisuuden tarkentuu ja urakkahintojen vertailun pohjaksi laadittavien laskelmien tulisi olla varsin tarkkoja. Käyttövaiheen elinkaarikustannustiedon keräämisellä on lähinnä informatiivinen vaikutus, tietoa voidaan hyödyntää tehokkaasti vasta seuraavissa hankkeissa. /14, s.18./



KUVA 12. Mahdollisuudet vaikuttavat elinkaarikustannuksiin rakennusvaiheen eri vaiheissa /14, s.18/

3.24 Elinkaaren pituus (laskentajakso)

Elinkaari on määriteltävä aina tapauskohtaisesti. Laskentajakso voi olla rakennuksen, järjestelmän tai komponentin elinikä tai käyttäjän määrittelemä vuokrasopimusaika. Elinkaari on ajanjakso, jolloin tuote/järjestelmä aiheuttaa käyttäjälleen käyttökustannuksia. Taloudellisessa laskennassa on syytä käyttää laskentajaksona ns. taloudellista pitoaikaa, joka voi olla huomattavasti lyhyempi fyysisen kestävyuden pitoaikaan verrattuna. Kiinteistön eri järjestelmille ja osilla on eripituiset elinkaaret ja peruste voi myös poiketa taloudellisesta pitoajasta tarpeen mukaan. /14, s.37./

3.25 Laskentakorko

Elinkaarikustannusten laskemiseksi laskentajakson aikana eri vuosina tehtävien toimenpiteiden nimelliskustannukset muunnetaan tarkastelun alkamisajankohtaan (taulukko 6). Alkamisajankohtana laskelmissa käytetään yleensä nykyhetkeä, jolloin muunto tehdään nykyarvomenetelmällä. Laskentakoron avulla eri vuosina tehtävien toimenpiteiden kustannukset muunnetaan vertailukelpoisiksi nykyhetkessä. Laskentakoroksi valitaan yleensä saatavilla olevan lainan korko tai ennakoitu kustannustason nousu. /14, s.38./

TAULUKKO 6. Nimellisten vuotuisten kustannusten muuntokertoimet nykyarvoksi vuosittain ja laskentakorkokannoittain /14, s.38/

Vuosi	Laskentakorkokanta			
	1 %	3 %	5 %	7 %
1	0,99	0,97	0,95	0,93
2	0,98	0,94	0,91	0,87
3	0,97	0,92	0,86	0,82
4	0,96	0,89	0,82	0,76
5	0,95	0,86	0,78	0,71
6	0,94	0,84	0,75	0,67
7	0,93	0,81	0,71	0,62
8	0,92	0,79	0,68	0,58
9	0,91	0,77	0,64	0,54
10	0,91	0,74	0,61	0,51
11	0,9	0,72	0,58	0,48
12	0,89	0,7	0,56	0,44
13	0,88	0,68	0,53	0,41
14	0,87	0,66	0,51	0,39
15	0,86	0,64	0,48	0,36

3.26 Nykyarvomenetelmä

Nykyarvomenetelmässä lasketaan vuosittaisten tuottojen, kustannusten sekä romu-arvon nykyarvo valittua korkokantaa käyttäen (=diskonttaus). Rahalla on aika-arvoa. Tulevaisuudessa saatava raha on tänään saatavaa rahaa vähäarvoisempi, samoin tänään menetetyin rahan arvo on suurempi kuin tulevaisuudessa menetetty raha. /16, s.10./

Esimerkki nykyarvomenetelmästä /16, s.13/:

Neljän vuoden päästä saatava 1000 euron suoritus kymmenen prosentin mukaan:

$$\begin{aligned} 1000\text{€} / (1+10\%)^4 &= \\ &= 1000 / 1,1^4 \\ &= 1000 / 1,4641 \\ &= \underline{683,01 \text{ €}} \end{aligned}$$

4 TULOKSET

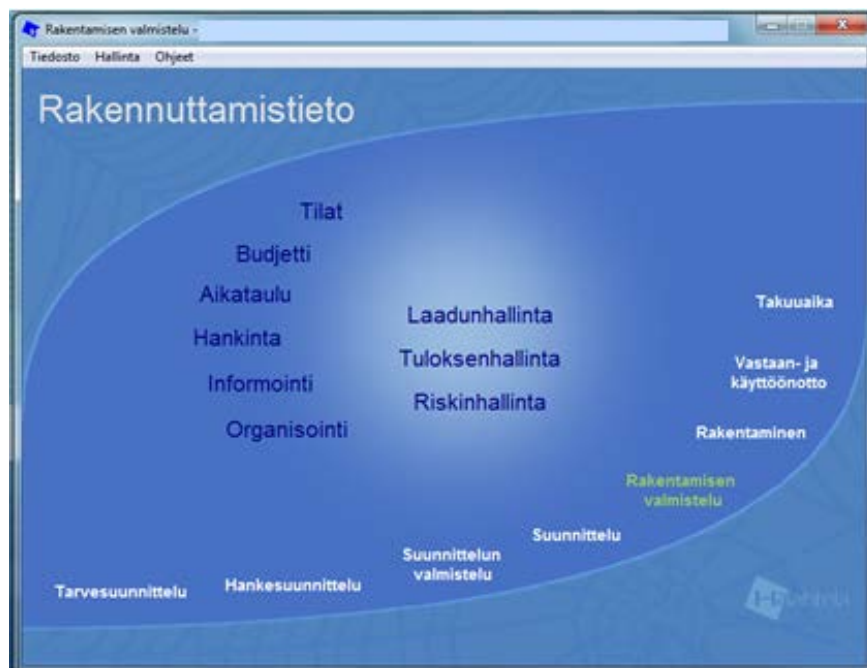
Edellisissä osioissa käytiin läpi ilmanvaihto- ja ilmastointikoneiden valintaan vaikuttavia kriteerejä. Yksittäisessä konehankinnassa ei välttämättä tarvitse kaikkia edellä esitettyjä asioita ottaa huomioon, mutta käsiteltäessä useampia hankkeita, kaikki edellä käsitellyt kriteerit tulee varmasti tavalla tai toisella huomioitavaksi.

Yksittäisen konehankinnan osalta kriteerit ilmastointikoneen suunnitelman mukaisuuden tarkastamiseen ja laitevalintaan on tärkeitä, sekä tulee tiedostaa taustalla vaikuttavat seikat, vaikka niitä kaikkia ei olisikaan kirjoitettu auki. Fysikaaliset seikat tulee silti tiedostaa ja miettiä niiden vaikutus lopputuotteeseen.

Jälkikäteen tehdyt muutokset ovat vaikeita ja kalliita toteuttaa, joten suunnittelulla on suuri merkitys hyvän lopputuloksen aikaan saamiseksi.

4.1 Hankkeen kulku

Käytössämme on Haahtela Oy:n, rakennuttamistieto-ohjelma, johon kaikki hankkeen asiakirjat säilytetään sekä muut asiakirjat tallennetaan, mm. suunnitelmat.



KUVA 13. Kuvakaappaus Haahtela Oy:n rakennuttamistietojärjestelmästä

Hankeen eri vaiheet:

- tarvesuunnittelu
- hankesuunnittelu
- suunnittelun valmistelu
- suunnittelu
- rakentamisen valmistelu
- rakentaminen
- vastaanotto- ja käyttöönotto
- takuu aika

4.1.1 Tarvesuunnittelu

Tarvesuunnittelussa etsitään ratkaisua asiakkaan syntyneeseen tarpeeseen, joka voi olla esim. IV-koneen uusinta.

4.1.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheessa mietitään tilaajan ja suunnittelijoiden kanssa eri keinoja hankkeen eteenpäin viemiseksi ja vertaillaan vaihtoehtoja.

4.1.3 Suunnittelun valmistelu

Suunnittelun valmistelussa ohjeistetaan suunnittelijoita valitun vaihtoehdon eteenpäin viemiseksi. Samalla valmistellaan hankkeen muita asiakirjoja, mm. kilpailutusasiakirjat.

4.1.4 Suunnittelu

Suunnitteluvaiheella on suuri merkitys lopputuloksen aikaansaamiseksi ja miten se tulee täyttämään tilaajan vaatimukset.

Suunnittelija määrittelee ilmanvaihtokoneen tekniset vaatimukset kehittämäni excel-taulukkoon (= vertailutyökalu), joka toimitetaan urakoitsijoille täytettäväksi muun kilpailutusmateriaalin mukana.

4.1.5 Rakentamisen valmistelu

Rakentamisen valmisteluun liittyy voimakkaasti hankkeen kilpailuttaminen ja urakoitsijoiden tarjouksien vertailu sekä selonottoneuvottelut, jossa varmistetaan molempien osapuolten yhteinen näkemys asiasta.

Tarjouksien vertailuun suunniteltu työkalu, excel-taulukko, palautuu urakoitsijoilta täytettynä. Tarjouksien vertailu voidaan suorittaa.

4.1.6 Rakentaminen

Selonottoneuvottelun ja sopimuksen allekirjoittamisen jälkeen päästään itse rakentamiseen, jossa valittu urakoitsija toteuttaa tilatun työsuoritteen.

4.1.7 Vastaan- ja käyttöönotto

Rakentamisen valmistuttua suoritetaan urakan vastaan- ja käyttöönotto.

Urakoitsijan itselle luovuttamisen jälkeen valvojat ja mahdollisesti viranomaiset suorittavat omat tarkastuksensa ja urakka vastaanotetaan sekä luovutetaan tilaajalle.

4.1.8 Takuu aika

Vastaanottotarkastuksen jälkeen urakoitsija luovuttaa tilaajalle takuuajan vakuuden (yleensä pankkitakaus), joka säilytetään siihen saakka, kunnes takuu on päättynyt ja takuutarkastus ja mahdolliset takuukorjaukset on urakoitsijan toimesta suoritettu.

4.2 Urakoitsijoiden esimerkkitarjoukset

Tarjouspyynnöllä pyydetään urakoitsijoilta tarjousta ilmankäsittely-/ ilmanvaihtokoneesta suunnittelijan laatimilla ominaisuuksilla. Urakoitsijat voivat tarjota suunnittelijan ehdottamaa konetta tai usein tarjoavat jotain lähes vastaavilla ominaisuuksilla olevaa konetta, jonka he saavat edullisempaan hintaan.

Urakoitsijoiden antamien tarjousten vertailu suunnitelman mukaisiin ominaisuuksiin on varsin työläs toimenpide, koska eri laitetoimittajien tekniset selosteet (=koneajot) poikkeavat toisistaan sanamuodollisesti ja tarpeelliset asiat on ilmoitettu eri paikoissa sekä eri tavoin, tästä esimerkkinä kahden ilmankäsittely-/ ilmanvaihtokoneen valmistajan äänitehotasojen erittelyt (kuvat 14 ja 15).

ÄÄNEN TEHOTASOT
(standardi: EN13053 ISO/CD 13347-2)

Oktaavikaista (Hz)	Lw oktaavikaistoittain (dB)								LwA dB(A)
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Ulkoilmaliitäntä	64	70	52	44	41	41	38	38	55
Tuloilmaliitäntä	63	74	56	49	46	50	50	50	60
Poistoilmaliitäntä	65	69	46	38	38	38	38	38	54
Jäteilmaliitäntä	67	85	83	82	78	74	70	66	83
Koneen vaipan läpi	65	73	60	50	51	49	44	38	60

TOLERANSSI
Standardin EN 13053 mukaan kokonaistason LwA toleranssi on 4dB. Oktaavikaistojen toleranssit on annettu taulukossa

Oktaavikaista (Hz)	Lw oktaavikaistoittain (dB)								LwA dB(A)
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
TOLERANSSI	8	6	6	6	6	4	4	7	4

KUVA 14. Fläktwoods Oy:n malli äänitehotasoista /liite 1, s.3/

Äänen tehotaso

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
Raitisilmakanavaan	68	71	57	40	27	8	0	0	dB 56 dB(A)
Tulokanavaan	65	79	59	46	37	25	25	40	dB 63 dB(A)
Poistokanavaan	74	73	54	35	30	14	10	19	dB 57 dB(A)
Jäteilmakanavaan	68	86	83	84	80	73	70	68	dB 84 dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	70	86	63	56	52	44	41	34	dB 70 dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	69	85	62	55	51	43	40	33	dB 69 dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	72	88	65	58	54	46	43	36	dB 72 dB(A)

KUVA 15. KOJA Oy:n malli äänitehotasoista /liite 2, s.1/

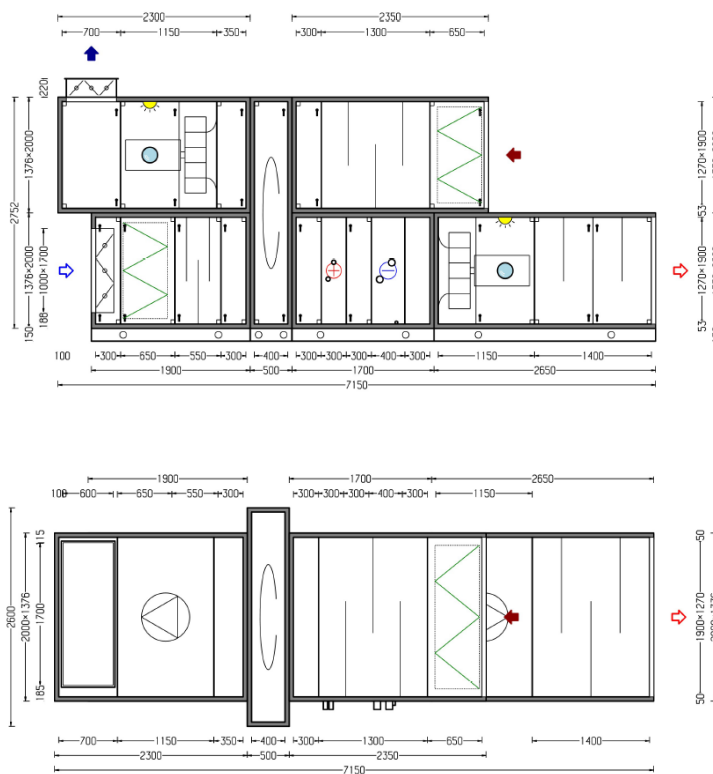
4.3 Tekninen seloste (=koneajo)

Tekninen seloste eli toiselta nimeltään koneajo, kertoo ilmapuhaltin-/ ilmanvaihtokoneen tekniset ominaisuudet. Teknisessä selosteessa on mitoituskuvat (kuvat 16 ja 17), josta selviävät koneiden vaatimukset ja mittatiedot. Tekniset selosteet voivat olla pituudeltaan jopa 9-10 sivua / kone.

Teknisestä selosteesta ilmenee mm. laitteen:

- perustiedot; konekoko, sijoitus
- eri moduulien rakenne oikeassa järjestyksessä
- tekniset ominaisuudet
- äänitasot
- mitoitus tiedot

Kahden eri laitevalmistajan tekniset selosteet (Fläktwoods Oy ja Koja Oy) löytyvät liitteinä, joista eroavaisuudet on helppo todentaa. Liitteet 1 ja 2.



KUVA 16. Fläktwoods Oy:n erään hankkeen ilmanvaihtokoneen mitoituskuva, josta näkee vaatimuksia ja mittatietoja /liite 1, s.1-2/



KUVA 17. KOJA Oy:n erään hankkeen ilmanvaihtokoneen mitoituskuva, josta näkee vaatimuksia ja mittatietoja /liite 2, s. 8/

5 VERTAILULOMAKE

Kehittämäni vertailulomake on suunnitelman mukaisuuden tarkastamiseen suunniteltu työkalu, jolla urakoitsijoiden tarjoamia ilmapuhaltus-/ilmanvaihtokoneita voidaan vertailla LVI-suunnittelijan antamiin suunnittelu-arvoihin. Vertailulomakkeessa käytetty nimikkeistö on muokattu Koja Oy:n ja Fläktwoods Oy:n koneajoista, jolloin kumpaakaan laitevalmistajaa ei suosita.

Asioita, joita pitää huomioida ilmapuhaltus-/ ilmanvaihtokonetta hankkiessa:

- koneeseen voidaan liittää jäähdytys/ viilennys
- koneessa on hyvät suodattimet
- lämmöntalteenotto toimii automaattisesti siten, ettei käyttäjän tarvitse huolehtia siitä, milloin lämmöntalteenottoa kannattaa käyttää
- koneen huurtumisen esto toimii siten, ettei tuloilmapuhallin pysähdy kovillaakaan pakkasilla
- kone on hiljainen
- koneessa on riittävästi kapasiteettia myös ilmanvaihdon tehostamiselle
- jälkilämmitys soveltuu talon muuhun lämmitysjärjestelmään
- (koneessa on kiertoilmatoiminto, jolla puutulisijojen lämpö saadaan talvella hyödynnetty tuloilman jälkilämmityksessä)
- (keskuspölymuri ja liesituuletin voidaan liittää ilmastointikoneeseen ja niille saadaan korvausilma suodatettuna ilmastointikoneen kautta) /10, s.1/.

Vertailulomake (excel-tila), jossa vertaillaan ilmanvaihtokoneen teknisiä ja taloudellisia ominaisuuksia: mm.

- SFP-lukua (=vuotuisia käyttökustannuksia)
- äänitehotaso (A-painotettu)
- laitteen ulkoisia mittoja (koneen leveys, pituus ja korkeus)
- laitteiden huollettavuus
- lämmöntalteenottoa (rekuperatiivinen levy- tai regeneratiivinenpyörivä lämmönsiirrin)
- vuosihyötysuhdetta
- investointikustannusta
- toimitusvarmuutta/-aika.

5.1 Vertailutyökalun käyttö

Vertailutyökalu on Excel-pohjainen laskentataulukko, joka tulee osaksi kilpailuttamisasiakirjoja, jolloin LVI-suunnittelija määrittelee vaaditut tekniset ja taloudelliset ominaisuudet taulukkoon omaan sarakkeeseensa. Urakoitsija täyttää osaltaan tarjoamansa /ehdottamansa ilmankäsittely-/ilmanvaihtokoneen tekniset ja taloudelliset ominaisuudet samaan taulukkoon omaan sarakkeeseensa ja toimittaa sen muiden asiakirjojen liitteenä esimerkiksi muistitikulla.

Vertailulomakkeessa tärkeimpiä painotettavia ominaisuuksia ovat mm:

- SFP-luku
- LTO-vuosihyötysuhde
- äänitekniset ominaisuudet
- investointikustannus

Vertailulomakkeessa lisäksi huomioitavia ominaisuuksia ovat mm:

- laitteen mitat
- huollettavuus
- toiminnallisuus

5.1.1 Vertailutyökalun edut

Suunnittelun ja urakoitsijan ehdottaman laitteen tekniset ja taloudelliset ominaisuudet ovat valmiiksi samassa taulukossa, josta on nopea suorittaa ilmankäsittely-/ ilmanvaihtokoneiden keskinäinen vertailu ja niiden läpinäkyvyys. Kaikki vertailussa käytetyt ominaisuudet ovat heti nähtävillä ja toimivat siten myös muistilistana, jottei mikään olennainen ominaisuus unohdu vertailua tehtäessä. Tavoite on tuottaa parempaa laatua kaikille hankkeen osapuolille.

5.1.2 Tilaajan edut

Asiakaslähtoisemmäksi tarjouksien vertailu saadaan tuottamalla vertailutulos nopeammassa aikataulussa, jolloin asiakkaalta laskutettavia tunteja kertyy vähemmän. Tilaajaa ja loppukäyttäjää kiinnostaa ilmankäsittely-/ilmanvaihtokoneen taloudelliset

yllä- ja kunnossapitokustannukset mm. energiankulutus ja laitteen käyttöikä. Näiden asioiden painottamien vertailussa on tärkeää.

6 POHDINTA

Laitehankinnan kehittämien on tärkeää, jotta valintaprosessi tehostuu ja vertailuun käytetty aika vähenee. Tarjousten vertailua saadaan nopeutettua pyytämällä LVI-suunnittelijaa ja urakoitsijaa täyttämään tarjousmateriaali sähköisessä muodossa Excel-taulukkoon, jolloin taustalla olevat kaavat suorittavat osan vertailusta.

Opinnäytetyöni aihe vaikutti ensi alkuun todella haasteelliselle ja alkuun pääseminen oli hankalaa. Viime kesänä pääsin mukaan kahden ilmankäsittelykoneen uusimisprojektiin, jossa toimin työmaavalvojana. Projektista sain arvokasta tietoa laitteen teknisistä vaatimuksista sekä laiteasennuksiin vaikuttavista seikoista. Monet asiat, joita olen työssäni tuonut esille, olen huomionnut suorittaessani ilmankäsittely-/ilmanvaihtokoneen vaihtoprosessin valvontaa.

Kertomassani projektissa olin itse suorittamassa kilpailutusasiakirjojen laadintaa, mutta valitettavasti en ehtinyt olla mukana ilmankäsittelykoneiden valintaprosessissa, joten seuraavasta projektista on vielä jotain opittavaa, vaikkei oppimisprosessi päätty tähän. Jokainen projekti on erilainen, ja niistä täytyy oppia aina lisää.

Excel-pohjaisen vertailutyökalun käyttö toivon mukaan tulee parantamaan tarjousten käsittelyssä tarjouksien läpinäkyvyyttä ja tuo esille huomioitavia seikkoja, jotka saattavat muuten hukkaa teknisissä selosteissa (=koneajoissa) toissijaisten tietojen sekaan, koska vertailulomakkeella painotettavat yksityiskohdat voidaan ottaa korostetusti huomioon.

Urakoitsijat toivon mukaan sitoutuvat hankkeisiin paremmin ja tarjoavat laadukkaampia ilmankäsittely-/ilmanvaihtokoneita, jotka ovat paremmin kohteeseen suunniteltu ja energiataloudellisempia. Urakoinnissa on usein tapana tarjota edullisinta laitetta miettimättä sen enempää tarjotun/ ehdotetun laitteen käyttö- ja yläpitokustannuksia, huollettavuutta ja muita loppukäyttäjän kannalta olennaisia ominaisuuksia.

Vertailutyökalun tuleva käyttö tulee näyttämään, missä tarvitaan lisäselvityksiä tai mitä asioita pitää jatkossa ottaa paremmin huomioon. Voihan olla, että on syytä tehdä jatkotutkimuksia tai teettää aiheesta uusia opinnäytetöitä, jotka osaltaan täydentäisi tekemääni työtä.

Mahdollisia lisäselvityksiä:

- pumput
- puhaltimet
- kostutus
- äänitekniikka (taajuuskaistoittain laskettuna)
- automaatio
- esijäähdytys / -lämmitys (LTO-katokset)

LÄHTEET

1. Ilmastoinnin suunnittelu, Olli Seppänen, Forssan kirjapaino Oy, Forssa 2004
2. Kiiski Aleks, IV-urakan hankintojen suunnitelma ja malli, Opinnäytetyö rakennusmestari (AMK), Metropolia Ammattikorkeakoulu, Rakennusalan työnjohto.
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/51477/aleksikiop.pdf>.
Päivitetty 10.11.2012. Luettu 12.7.2015.
3. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Helsinki: ympäristöministeriö, 2003.
4. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Helsinki: ympäristöministeriö, 2010.
5. Manner Jukka, SFP-luku LVI-suunnittelussa, Opinnäytetyö Insinööri (ylempi AMK), Metropolia Ammattikorkeakoulu, Rakentamisen koulutusohjelma.
<https://www.theseus.fi/handle/10024/66466.pdf>. Päivitetty 15.9.2009.
Luettu 14.8.2015.
6. Marjamäki Tomi, Rakennusten energiaselvitys ja tarkastelujen laskentaohjelma, Opinnäytetyö (ylempi AMK-tutkinto), Metropolia Ammattikorkeakoulu, Talotekniikan koulutusohjelma.
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/5663/rakennus.pdf>.
Päivitetty 19.11.2009. Luettu 14.8.2015.
7. Sfp-opas. www.flaktwoods.fi/476d6be3-be6e-42e9-bd82-6152ff71a7aa.
Päivitetty 18.1.2010. Luettu 3.5.2015.
8. Ilmastoinnin äänitekniikka, Alpo Halme ja Olli Seppänen, Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä 2002.

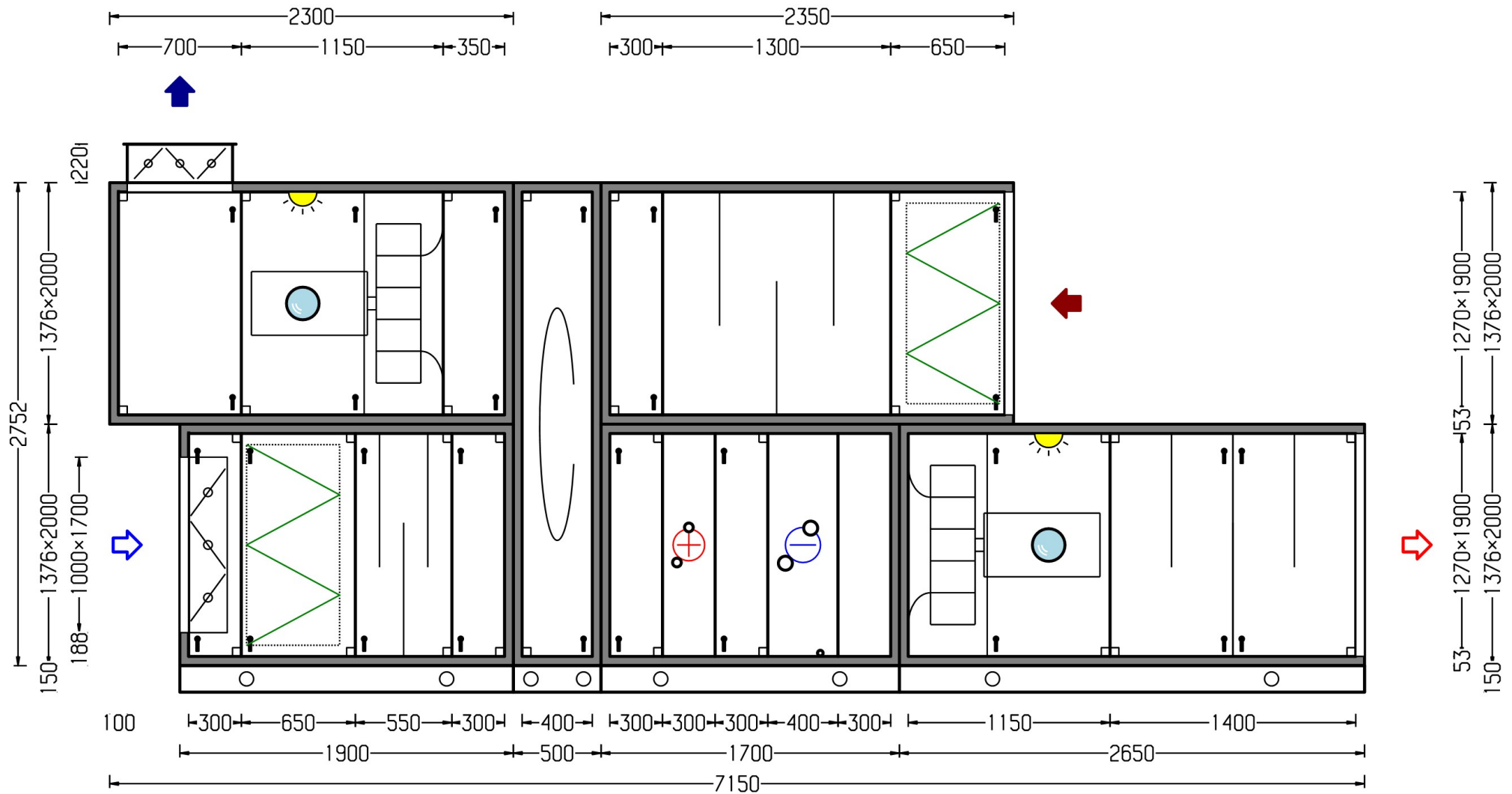
9. Sähkön hintakehitys. <http://220energia.fi/meilta-saat-halvempaa-sahkoa/sahkon-hintakehitys-suomessa/pdf>.
Päivitetty ei tietoa. Luettu 22.9.2015.
10. Ilmanvaihdon ABC. www.kair.fi/fi/ilmanvaihdon-abc/pdf.
Päivitetty ei tietoa. Luettu 22.9.2015.
11. Energiamarkkinakatsaus kesäkuu 2015.
<http://www.valopilkku.fi/uusimmat/yrittaminen/energiamarkkinakatsaus-kesakuu-2015.html.pdf>. Päivitetty 16.5.2015. Luettu 22.9.2015.
12. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa E7
13. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa E1
14. Talotekniikan elinkaarikustannukset.
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2409.pdf>.
Päivitetty ei tietoa. Luettu 22.9.2015.
15. Ilmanvaihtokoneen Parmair Iiwari KAK testausseleste.
www.airwise.fi/.../Parmair_Iiwari_KAK_testausseleste_VTT-S-11299-06.pdf.
Päivitetty ei tietoa. Luettu 14.8.2015.
16. Investoinnin edullisuusvertailu-Kunnat.net.
www.kunnat.net/fi/.../kuntatalous/.../2Investointien_edullisuusvertailu.pp.
Päivitetty 25.5.2007. Luettu 14.8.2015.
17. K3-talot. Suomen kulttuurirahasto.
<http://skr.fi/fi/kulttuuritoiminta/muita-hankkeita/k3-talot>.
Päivitetty ei tietoa. Luettu 10.12.2015.
18. Luonnonmukainen talo ja uudet energiatehokkuusvaatimukset.
http://www.luomura.com/@Bin/159337/Kimmo+Lylykangas_luonnonmukainen+rakentaminen+ja+uudet+_+.pdf Päivitetty 7.4.2011. Luettu 10.12.2015.

19. Suomen rakentamismääräyskokoelma D3. LTO-laskin 2012, versio 2011.
Päivitetty 1.7.2015. Luettu 10.12.2015.

20. Suomen rakentamismääräyskokoelma D3 (2012)
http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf .
Päivitetty 30.3.2011. Luettu 10.12.2015.

21. Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto lämpöhäviöiden tasauslaskennassa. Ympäristöministeriön moniste 122.
http://www.laskentapalvelut.fi/maaraykset/YM_opas_122.pdf.
Päivitetty 28.4.2013. Luettu 10.12.2015.

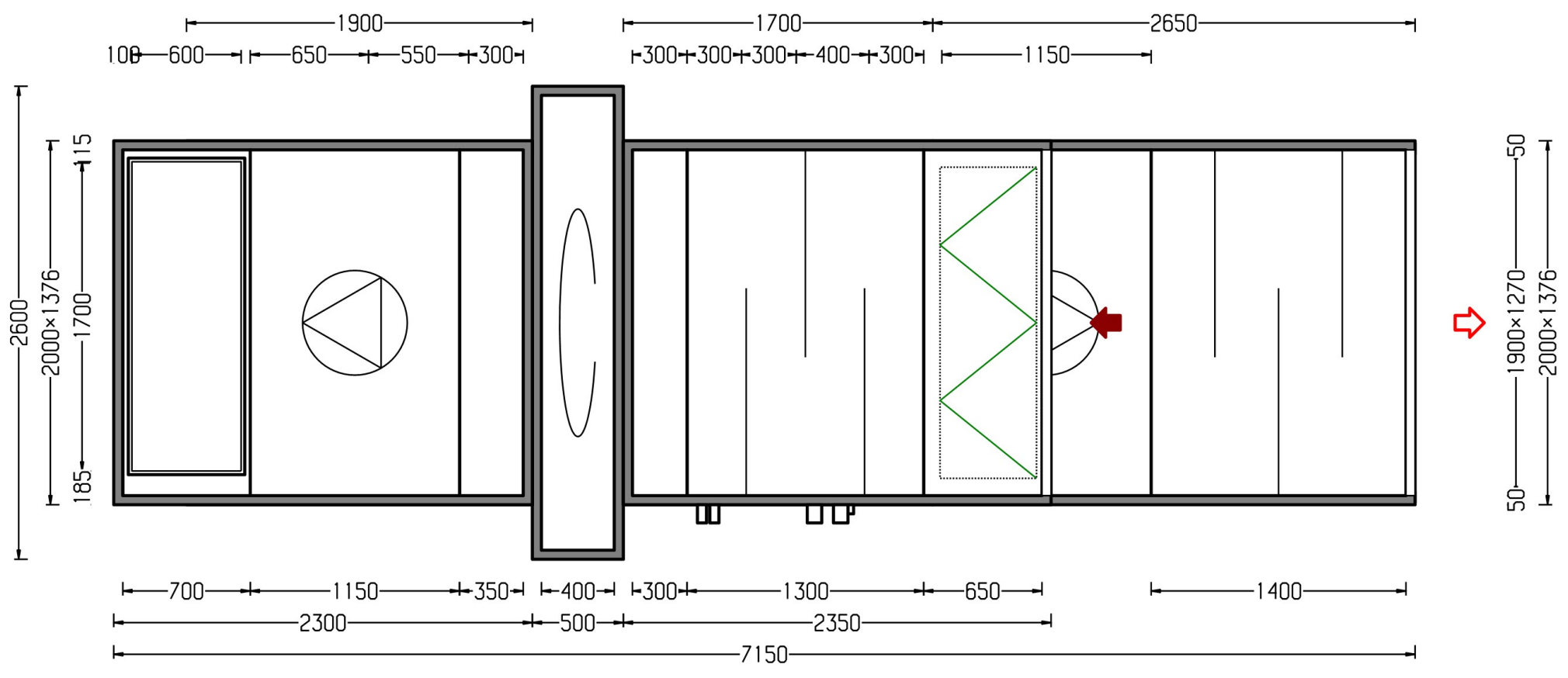
22. Ilmastointitekniikka, osa 4. Ilmastointitekniikan äänitekniikka. Mikkelin ammattikorkeakoulu, LVI-tekniikan koulutusohjelma, Mikkeli 1992



Huoltopuoli
2014-10-21
2.7.140410.2

Asiakasnumero	57433	Projektin nimi	XXX
Projekti	171	Koneen nimi	(TK03) / TK03 Toimistot osa 2 4,4m ³ /s
Kone	4	Tuloilma	eQ-054 4.40 m ³ /s
AOC	ACON-01402299	Poistoilma	eQ-054 4.20 m ³ /s





Päättä
2014-10-21
2.7.140410.2

Asiakasnumero	57433	Projektin nimi	XXX
Projekti	171	Koneen nimi	(TK03) / TK03 Toimistot osa 2 4,4m ³ /s
Kone	4	Tuloilma	eQ-054 4.40 m ³ /s
AOC	ACON-01402299	Poistoilma	eQ-054 4.20 m ³ /s



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	171 () / XXX	2.7.140410.2
AOC	ACON-01402299	
Kone	4 (TK03) / TK03 Toimistot osa 2 4,4m3/s	2014-10-21
Konekoko	054	Sivu 3/9
Asiakas		
Asiakkaan viite		
Oma viite	n	
Tuloilmavirta	4.40 m ³ /s Poistoilmavirta	4.20 m ³ /s
Ulkoinen painehäviö	350 Pa Ulkoinen painehäviö	350 Pa
Jännite	3 x 400V + N, 50 Hz Paino	3671 kg
Ominais sähköteho SFP	1.92 kW/(m ³ /s) Designed for wet conditions	
Ilman tiheys	1.2 kg/m ³ Korkeus mpy	100 m

YHTEENVETO

Toiminto-osat ilmavirran suunnassa	v0 (m/s)	Et (%)	tw (°C)	ts (°C)	dP* (Pa)
Tuloilma:					
Ulkoilmakanava					50
Peltiosa/liitäntäosa	2.9				4
Suodatin	2.3				112
Äänenvaimennin	2.1				19
Rakenneosa					0
Lämmönsiirrin	2.0	77.8	-29 / 11.5	29 / 26	114
Rakenneosa					0
Ilmanlämmitin	2.2		5 / 20		28
Rakenneosa					0
Ilmanjäähdytin	2.3			26 / 14	117
Rakenneosa					0
Kammio puhallin		65.8	21.1 / 22	14 / 15	792
Äänenvaimennin	1.8				25
Liitäntähäviö					23
Tuloilmakanava					300
Poistoilma:					
Poistoilmakanava					300
Suodatin	2.0				78
Äänenvaimennin	1.8				24
Rakenneosa					0
Lämmönsiirrin	2.0		23 / -19.4	25 / 28.2	108
Rakenneosa					0
Kammio puhallin		63.9			608
Peltiosa/liitäntäosa	4.6				23
Liitäntähäviö					25
Jäteilma					50

*Koskee puhaltimen mitoitettavaa toimintapistettä

ÄÄNEN TEHOTASOT

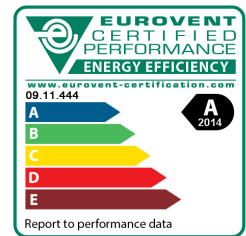
(standardi: EN13053 ISO/CD 13347-2)

Oktaavikaista (Hz)	Lw oktaavikaistoittain (dB)								LwA dB(A)
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Ulkoilmaliitäntä	64	70	52	44	41	41	38	38	55
Tuloilmaliitäntä	63	74	56	49	46	50	50	50	60
Poistoilmaliitäntä	65	69	46	38	38	38	38	38	54
Jäteilmaliitäntä	67	85	83	82	78	74	70	66	83
Koneen vaipan läpi	65	73	60	50	51	49	44	38	60

TOLERANSSI

Standardin EN 13053 mukaan kokonaistason LwA toleranssi on 4dB. Oktaavikaistojen toleranssit on annettu taulukossa

Oktaavikaista (Hz)	Lw oktaavikaistoittain (dB)								LwA dB(A)
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
TOLERANSSI	8	6	6	6	6	4	4	7	4



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	171 () / XXX	2.7.140410.2
AOC	ACON-01402299	
Kone	4 (TK03) / TK03 Toimistot osa 2 4,4m ³ /s	2014-10-21
Konekoko	054	Sivu 4/9
Asiakas		
Asiakkaan viite		
Oma viite		
Tuloilmavirta	4.40 m ³ /s	Poistoilmavirta 4.20 m ³ /s
Ulkoinen painehäviö	350 Pa	Ulkoinen painehäviö 350 Pa
Jännite	3 x 400V + N, 50 Hz	Paino 3671 kg
Ominais sähköteho SFP	1.92 kW/(m ³ /s)	Designed for wet conditions
Ilman tiheys	1.2 kg/m ³	Korkeus mpy 100 m

Taajuusmuuttajat ja mahdolliset koneen ulkopuolelle asennetut moottorit eivät sisälly äänitasoihin

Projekti	171 () / XXX	2.7.140410.2
AOC	ACON-01402299	
Kone	4 (TK03) / TK03 Toimistot osa 2 4,4m3/s	2014-10-21
Konekoko	054	Sivu 5/9

TEKNINEN ERITTELY
(toiminto-osat ilmavirran suunnassa)

TULOILMA

Peltiosa

Mitoittava painehäviö

4 Pa

Vaipan päätyseinä

Pelti

Leveys cm : 170

Korkeus cm : 100

Tiiviyysluokka: CEN 3

Liitântä: Laippa

Toiminto: Ulkoilma

Sijainti: Päädyssä sisäpuolella

Peltityyppi: 200 mm säleet

Materiaali: Sinkitty teräs

Rakenneosa

Konekoko: 054

Pituus: 030

Huoltoapuoli: Oikea

Suodatin

Konekoko: 054

Suodatinluokka: F7

Suodattimen tyyppi: Lasikuitu vakiomalli

Suodattimen pituus: Pitkä pussi, pystysuorat pussit

Suodatinpussin kehys: Muovi

Liitântä: Vakioliitântä osan päädyssä

Rakenne: Alipaineelle

Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs

Huoltoapuoli: Oikea

Suodatinpussien koot

6x592x592

Alkupainehäviö

62 Pa

Mitoittava painehäviö

112 Pa

Loppupainehäviö

162 Pa

Suodattimen otsapinta

2.2 m²

Otsapintanopeus

2.3 m/s

Äänenvaimennin

Konekoko: 054

Pituus: 500 mm

Rakenne: Ovi ja ulosvedettävät lamellit

Materiaali: Sinkitty teräs

Huoltoapuoli: Oikea

Mitoittava painehäviö

19 Pa

Vaimennus oktaavikaistoittain, oman äänen kehitys huomioitu

1,6,12,16,16,12,11,10 dB

Rakenneosa

Konekoko: 054

Pituus: 030

Huoltoapuoli: Oikea

REGOTERM pyörivä lämmönsiirrin

Konekoko: 054

Roottorin rakenne: SEMCO hygroskooppinen roottori

Tehovaihtoehto (poimutus): Tehovaihtoehto 5 (1.7)

Käyttömoottori: Säädetty nopeus, 1x230V

Moottorin luokitus: Säädetty nopeus

Rakennepituus: Roottori yksin

Tuloilman sijainti: Alemmassa koneessa

ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	171 () / XXX	2.7.140410.2
AOC	ACON-01402299	
Kone	4 (TK03) / TK03 Toimistot osa 2 4,4m ³ /s	2014-10-21
Konekoko	054	Sivu 6/9

Toimitusmuoto: Sektoroitu roottori, vaippa jaettu korkeussuunnassa

Materiaali: sinkitty teräs/AlZn

Huoltopuoli: Oikea

Versionumero: Roottorin käyttömoottori Ver 1

	Kesä	Talvi
Lämpötilahyötysuhde	76.1	77.8 %
Teho mitoituspisteessä	35	248 kW
Kosteushyötysuhde	74.2	75.1 %
Ilmavirran siirtyminen	0.34	0.35 m ³ /s
Tuloilma	Kesä	Talvi
Painehäviö	114	92 Pa
Ilman lämpötila	29 / 26	-29 / 11.5 °C
Suhteellinen kosteus	50 / 53.5	88.9 / 31.9 %
Poistoilma	Kesä	Talvi
Painehäviö	108	94 Pa
Ilman lämpötila	25 / 28.2	23 / -19.4 °C
Suhteellinen kosteus	54.4 / 50.8	20 / 100 %
EN308		
Hyötysuhde laskettu standardin EN308 mukaan		77.8 %

Rakenneosa

Konekoko: 054

Pituus: 030

Huoltopuoli: Oikea

Ilmanlämmitin, vesi

Tehovaihtoehto: 2

Lamellirunko: Cu/Al

Lamellijako: 2 mm

Vesireitit: 04

Rakenne: Yhtenäinen lamellirunko

Kehysosat: Sinkitty teräs

Liitäntäpuoli: Oikea

Putkikoko
 50 |

Vesitilavuus
 19.7 l |

Mitoittava painehäviö
 26 Pa |

Mitoituspisteen teho
 80.1 kW |

Ilman lämpötila
 5 / 20 °C |

Otsapintanopeus
 2.1 m/s |

Lämmittimen säätötapa
 Mitoitus ilman pumppuryhmää |

Veden lämpötila
 60 / 40 °C |

Vesivirta
 0.99 l/s |

Veden nopeus
 0.5 m/s |

Vesipuolen painehäviö
 2.9 kPa |

Rakenneosa

Konekoko: 054

Pituus: 030

Huoltopuoli: Oikea

Ilmanjäähdytin, vesi

Käyttötapa: Jäähdytyspatteri

Konekoko: 054

Tehovaihtoehto: 6

Rakenne: Vakio otsapinta

Lamellijako: 2 mm

Vesireitit: 4

Lamellirunko: Cu/Al

Kehysosien materiaali: Sinkitty teräs

Liitäntäpuoli: Oikea

Putkikoko
 80 |

Vesitilavuus
 55.0 l |



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	171 () / XXX	2.7.140410.2
AOC	ACON-01402299	
Kone	4 (TK03) / TK03 Toimistot osa 2 4,4m3/s	2014-10-21
Konekoko	054	Sivu 7/9

Mitoittava painehäviö	117 Pa
Painehäviö	117 Pa
Mitoituspisteen teho	95.6 kW
Ilman lämpötila	26 / 14 °C
Suhteellinen kosteus	54.4 / 92.4 %
Otsapintanopeus	2.3 m/s
Veden lämpötila	7 / 12 °C
Vesivirta	4.55 l/s
Veden nopeus	0.8 m/s
Vesipuolen painehäviö	9.2 kPa

Rakenneosa

Konekoko: 054
Pituus: 030
Huoltoapuoli: Oikea

Kammio puhallin Centriflow Plus

Konekoko: 054
Puhallinkoko: 2
Varustelu: Ilmavirran mittausanturi
Tärinävaimentimet: Kumi
Puhaltimen sijoitus: Tuloilma
Ulospuhallussuunta: Eteenpäin, seuraavaan koneosaan
Materiaali: Sinkitty teräs
Huoltoapuoli: Oikea

Mitoitustiedot

Pyörimisnopeus	1285 Rpm
Kokonaishyötysuhde	65.8 %
Paineenkorotus	792 Pa
Sähkön ottoteho	5.28 kW
Lämpötilan nousu puhaltimessa	1 °C

SFP-laskenta

Sähkön ottoteho SFP-laskennan mukaan	4.66 kW
Paineenkorotus	693 Pa
Pyörimisnopeus	1239 Rpm

Centriflow Plus puhallin + moottori

PM-moottori (kestomagneettimoottori)

Moottorin nimellisteho	7.5 kW
Virtatiedot	15.7 A
Haluttu tehoreservi vähintään	20 %

Tarkastusikkuna

Rakenne: vakio

Taajuusmuuttaja

Suojausluokka: IP54	
Hyötysuhde	0.0 %

Valaisin

Rakenne: LED

Toimitustapa: Valaisin asennettu ja kaapeli tuotu vaipan läpi mikäli kohdalla on kiinteä paneeli.

Moottoritarvikkeet

Moottori: PM-moottori
Pyörimisnopeussäätö: Taajuusmuuttaja asennettuna
Liitäntätarvikkeet: Turvakytin
Tyyppi: Vakio
Kaapelin pituus: 428
Jännite: 3x400 VAC

Digitaalinen ilmavirran näyttölaite

Puhallintyyppi: Tulopuhallin
Tyyppi: Lineaarinen viesti paineesta ja ilmavirrasta
Painealue: 0-5000 Pa
Näyttö: Ilmavirran ja paineen näyttö
Toimitustapa: Asennettu paikalleen



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	171 () / XXX	2.7.140410.2
AOC	ACON-01402299	
Kone	4 (TK03) / TK03 Toimistot osa 2 4,4m3/s	2014-10-21
Konekoko	054	Sivu 8/9

Äänenvaimennin

Konekoko: 054	
Pituus: 1300 mm	
Rakenne: Ovi ja ulosvedettävät lamellit	
Materiaali: Sinkitty teräs	
Huoltopuoli: Oikea	
Mitoittava painehäviö	25 Pa
Vaimennus oktaavikaistoittain, oman äänen kehitys huomioitu	4,11,27,34,34,25,20,17 dB

POISTOILMA

Suodatin

Konekoko: 054	
Suodatinluokka: M5	
Suodattimen tyyppi: Synteettinen	
Suodattimen pituus: Pitkä pussi, pystysuorat pussit	
Suodatinpussin kehys: Sinkitty teräs	
Liitäntä: Vakioliitäntä osan päädyssä	
Rakenne: Alipaineelle	
Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs	
Huoltopuoli: Vasen	
Suodatinpussien koot	6x592x592
Alkupainehäviö	28 Pa
Mitoittava painehäviö	78 Pa
Loppupainehäviö	128 Pa
Suodattimen otsapinta	2.2 m ²
Otsapintanopeus	2.0 m/s

Äänenvaimennin

Konekoko: 054	
Pituus: 1300 mm	
Materiaali: Sinkitty teräs	
Huoltopuoli: Vasen	
Mitoittava painehäviö	24 Pa
Vaimennus oktaavikaistoittain, oman äänen kehitys huomioitu	4,11,27,34,34,25,20,17 dB

Rakenneosa

Konekoko: 054
Pituus: 030
Huoltopuoli: Vasen

Rakenneosa

Konekoko: 054
Pituus: 035
Huoltopuoli: Vasen

Kammiopuhallin Centriflow Plus

Konekoko: 054	
Puhallinkoko: 2	
Varustelu: Ilmavirran mittausanturi	
Tärinänvaimentimet: Kumi	
Puhaltimen sijoitus: Poistoilma	
Ulospuhallussuunta: Eteenpäin, seuraavaan koneosaan	
Materiaali: Sinkitty teräs	
Huoltopuoli: Vasen	
Mitoitustiedot	
Pyörimisnopeus	1260 Rpm
Kokonaishyötysuhde	63.9 %
Paineenkorotus	608 Pa
Sähkön ottoteho	4.52 kW



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	171 () / XXX	2.7.140410.2
AOC	ACON-01402299	
Kone	4 (TK03) / TK03 Toimistot osa 2 4,4m3/s	2014-10-21
Konekoko	054	Sivu 9/9

Lämpötilan nousu puhaltimessa	0.8 °C
SFP-laskenta	
Sähkön ottoteho SFP-laskennan mukaan	3.8 kW
Paineenkorotus	547 Pa
Pyörimisnopeus	1167 Rpm

Centriflow Plus puhallin + moottori

PM-moottori (kestomagneettimoottori)

Moottorin nimellisteho	7.5 kW
Virtatiedot	15.7 A
Haluttu tehoreservi vähintään	20 %

Tarkastusikkuna

Rakenne: vakio

Taajuusmuuttaja

Suojausluokka: IP54

Hyötysuhde

0.0 %

Valaisin

Rakenne: LED

Toimitustapa: Valaisin asennettu ja kaapeli tuotu vaipan läpi mikäli kohdalla on kiinteä paneeli.

Moottoritarvikkeet

Moottori: PM-moottori

Pyörimisnopeussäätö: Taajuusmuuttaja asennettuna

Liitäntätarvikkeet: Turvakytkin

Tyyppi: Vakio

Kaapelin pituus: 428

Jännite: 3x400 VAC

Digitaalinen ilmavirran näyttölaite

Puhallintyyppi: Poistopuhallin

Tyyppi: Lineaarinen viesti paineesta ja ilmavirrasta

Painealue: 0-5000 Pa

Näyttö: Ilmavirran ja paineen näyttö

Toimitustapa: Asennettu paikalleen

Peltiosa

Mitoittava painehäviö

23 Pa

Rakenneosa

Konekoko: 054

Pituus: 070

Aukko katossa: Aukko ulkopuolista peltiä varten

Huoltopuoli: Vasen

AIOX_led

Pelti

Leveys cm : 170

Korkeus cm : 060

Tiiviyysluokka: CEN 3

Liitäntä: Laippa

Toiminto: Jätelima

Sijainti: Katossa ulkopuolella

Peltityyppi: 200 mm säleet

Eristys: Eristetyt säleet

Materiaali: Sinkitty teräs

Vaipan päätyseinä

Kohde XXX

Käsittelijä

Koneen kuvaus

Ilman tiheys	1.2	kg/m ³
SFP	1.73	kW/(m ³ /s)
Tulokone		
Konekoko	1812	
Ilmavirta	3.40	m ³ /s
Otsapintanopeus	1.52	m/s
Raitisilmavirta		m ³ /s
Kanaviston painehäviö, pst	350	Pa
Poistokone		
Konekoko	1812	
Ilmavirta	3.20	m ³ /s
Otsapintanopeus	1.43	m/s
Kanaviston painehäviö, pst	350	Pa
Ulkoilma		
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	26.0 °C / 55	%
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	-29.0 °C / 90	%
Tuloilma		
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	14.0 °C / 90	%
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	20.0 °C / 13	%
Poistoilma		
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 30	%
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	22.0 °C / 30	%

Äänen tehotaso

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz	
Raitisilmakanavaan	68	71	57	40	27	8	0	0	dB	56 dB(A)
Tulokanavaan	65	79	59	46	37	25	25	40	dB	63 dB(A)
Poistokanavaan	74	73	54	35	30	14	10	19	dB	57 dB(A)
Jäteilmakanavaan	68	86	83	84	80	73	70	68	dB	84 dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	70	86	63	56	52	44	41	34	dB	70 dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	69	85	62	55	51	43	40	33	dB	69 dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	72	88	65	58	54	46	43	36	dB	72 dB(A)

Koneen toiminnot

Tulokone

Tyyppi

1. Vaippamoduuli

Tyyppi

Vaipan materiaali (sisä/ulko)

FMOD-1812-R-1-2100-1-S

Future

Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Sulkutoiminto

FPTP-1812-R-2-1-0-S

Sälepellin materiaali	
Painehäviö	1 Pa
Tarvittavat toimitilaitteet, koko / lukumäärä	15 Nm / 1 kpl

Suodatustoiminto, Pitkä, L

FSTF-1812-R-F7L-3-1-S-1

Suodatinluokka	F7L
Suodatinmateriaali	Lasikuitu
Suodattimen nimelliskoko	592 x 592 mm
Suodattimien lukumäärä	6 kpl
Mitoituspainehäviö	61 Pa
Alkupainehäviö	51 Pa
Loppupainehäviö (ODA2, 4000 h/a)	71 Pa
Nopeus suodatinmateriaalin läpi	0.09 m/s
Suodatin	FSZZ-F7L-1-592x592-C x 6
Varasuodatin	FSZZ-F7L-1-592x592-C x 6
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*
Varasuodatinsarja	

Äänenvaimennustoiminto

FVTK-1812-R-1-600-1-S

Vaimenninelementtien pituus	600 mm
Vaimennusmateriaalin puhdistus	Kuivapyyhittävä
Painehäviö	15 Pa
	63 125 250 500 1k 2k 4k 8k Hz
Äänenvaimennus	4 5 11 19 24 28 25 18 dB
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*

Tarkastustoiminto

FTTT-1812-R-400-S

Pituus	400 mm
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*

2. Vaippamoduuli

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Lämmöntalteenottotoiminto, pyörivä

FMOR-1812-R-2-1-AH-1-2-E-XL-S

Roottorin halkaisija	2350 mm
Roottorin materiaali	Alumiini hygroskooppinen
Sektorointi	Ei
Puhtaaksipuhallussektori	Kyllä
Säätö	Ohjauskeskus

Painehäviö, tulo / poisto	110 / 104 Pa
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a talvella	-29.0 °C / 30 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella	14.4 °C / 26 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a talvella	23.0 °C / 20 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella	-23.0 °C / 99 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a kesällä	29.0 °C / 50 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä	25.7 °C / 58 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a kesällä	25.0 °C / 55 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä	28.5 °C / 47 %
Lämpötilahyötysuhde, tulo/poisto	83.5 / 88.5 %
Kosteushyötysuhde	79.2 %

Moottorin jännite	230 V
Moottorin taajuus	50 Hz
Moottorin virta	1.40 A
Moottorin teho	250 W
Säätökeskuksen sähköarvoja:	
Moottoriteho max.	0 W
Virta max.	5.10 A
Ylikuormitus 2 min / 30 min	6.63 A
Liityntäjännite	1 x 240 V
Liityntätaajuus	50-60 Hz
Roottori	FROR-2350-AH-E-XL
lkkuna	FIZL-IL1-200
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-*

3. Vaippamoduuli

FMOD-1812-R-1-1500-1-S

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Tarkastustoiminto	FTTT-1812-R-400-S
Pituus	400 mm
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-*

Lämmitystoiminto, neste

FLTV-1812-R-1-1-1-S

Teholuokka	1
Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Patterin riviluku	2
Patterin reittiluku	16
Lamellijako	3.5 mm
Lamellipaksuus	0.15 mm
Putkiyhteet	SK40/42.0

Mitoitustilanne

Ilmapuolen painehäviö	9 Pa
Lämpötila ennen patteria	9.4 °C
Lämpötila patterin jälkeen	20.0 °C
Entalpia ennen patteria	14.2 kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	24.9 kJ/kg
Lämmitysteho	43.6 kW
Nestetyyppi	Vesi
Nesteen painehäviö	0 kPa
Nesteen painehäviö mitoituslämpötilalla (60/40 °C)	1 kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	60.0 °C / 29.1 °C
Nestevirta	0.3 kg/s
Nestevirta mitoituslämpötilalla (60/40 °C)	0.8 kg/s
Nesteen nopeus	0.1 m/s
Nestetilavuus	15 l
Lämmityspatteri	FLOV-1812-R-1-1-1-S-SK40/42.0

Tarkastustoiminto
FTTT-1812-R-300-S

Pituus	300 mm
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*

Jäähdytystoiminto, neste
FJTV-1812-R-4-1-2.4-23-1-100-S

Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Patterin riviluku	4
Patterin reittiluku	23
Lamellijako	2.4 mm
Lamellipaksuus	0.18 mm
Putkiyhteet	SK50/54.0

Mitoitustilanne

Ilmapuolen painehäviö	28 Pa
Lämpötila ennen patteria	25.7 °C
Lämpötila patterin jälkeen	14.0 °C
Entalpia ennen patteria	56.6 kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	36.9 kJ/kg
Jäähdytysteho / Tuntuva teho	80.4 / 47.9 kW
Kondenssivesimäärä	44.83 l/h
Nestetyyppi	Vesi
Nesteen painehäviö	23 kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	7.0 °C / 12.9 °C
Nestevirta	3.3 kg/s
Nesteen nopeus	1.2 m/s
Nestetilavuus	27 l

Jäähdytyspatteri
Vesilukko

FJOV-1812-R-4-1-2.4-23-1-100-S-SK50/54.0
FVZL-VL1-25/32

4. Vaippamoduuli

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Puhallintoiminto, kammiopuhallin	FFTSE-1812-R-063-SB-1-1-2-1-3-S-3
Puhallin	GPPM-1-00-063-11-0
Puhallinkoko	063
Puhaltimen pintakäsittely	Kuumasinkitty
Tärinänvaimennin	Kumi
Kokonaispaineenkorotus	597 Pa
Hyötysuhde	%
Kierrosluku	1329 1/min
Kierrosluku, max.	1550 1/min
Äänen tehotaso, A-painotettu	87 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	0.108578 / 980 Pa
Säätö, mitoituspiste / max.	85 / 100 %
Verkosta ottama teho	3.20 kW
Moottori	APPM-16-0550-30-02
Teho (nimellinen)	5.50 kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)	1600 1/min
Virta (nimellinen)	11.20 A
Hyötysuhde (nimellinen)	92 %
Jännite	3 ~ 400 V
Taajuus (nimellinen)	50 Hz

Taajuusmuuttaja

Toimitustapa Kytkettynä ja parametroituna

Ääni

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
Imupuoli	86	90	85	79	78	70	68	65	dB
Painepuoli	76	94	87	86	81	74	71	69	dB

Puhallin	GPPM-1-00-063-11-0 5.50 kW 16P
Taajuusmuuttajan kytkentä ja parametointi	FTZM
lkkuna	FIZL-IL1-200
Ilmavirtamittari	FIZM-IM2-GPPM-063
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*
Valaisin	FVZV-VV1-1

5. Vaippamoduuli

FMOD-1812-R-1-1650-1-S

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Äänenvaimennustoiminto

FVTK-1812-R-1-1500-1-S

Vaimenninelementtien pituus	1500	mm
Vaimennusmateriaalin puhdistus	Kuivapyyhittävä	
Painehäviö	22	Pa
	63 125 250 500 1k 2k 4k 8k	Hz
Äänenvaimennus	8 12 27 40 44 49 46 29	dB

Sarana, huoltoluokkuun

FSZH-SH1-*

Poistokone

Tyyppi

6. Vaippamoduuli

FMOD-1812-L-1-2400-1-S

Tyyppi

Future

Vaipan materiaali (sisä/ulko)

Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Suodatustoiminto, Pitkä, L

FSTF-1812-L-M5L-3-1-S-1

Suodatinluokka	M5L
Suodatinmateriaali	Lasikuitu
Suodattimen nimelliskoko	592 x 592 mm
Suodattimien lukumäärä	6 kpl
Mitoituspainehäviö	31 Pa
Alkupainehäviö	42 Pa
Loppupainehäviö (ODA2, 4000 h/a)	32 Pa
Nopeus suodatinmateriaalin läpi	0.14 m/s
Suodatin	FSZZ-M5L-1-592x592-C x 6
Varasuodatin	FSZZ-M5L-1-592x592-C x 6
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-*
Varasuodatinsarja	

Äänenvaimennustoiminto

FVTK-1812-L-1-1200-1-S

Vaimenninelementtien pituus	1200	mm
Vaimennusmateriaalin puhdistus	Kuivapyyhittävä	
Painehäviö	17	Pa
	63 125 250 500 1k 2k 4k 8k	Hz
Äänenvaimennus	6 10 23 35 37 42 40 25	dB

Sarana, huoltoluokkuun

FSZH-SH1-*

Tarkastustoiminto

FTTT-1812-L-400-S

Pituus	400	mm
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-*	

7. Vaippamoduuli

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Puhallintoiminto, kammiopuhallin	FFTSY-1812-L-063-SB-1-1-3-1-3-S-3
Puhallin	GPPM-1-00-063-11-0
Puhallinkoko	063
Puhaltimen pintakäsittely	Kuumasinkitty
Tärinänvaimennin	Kumi
Kokonaispaineenkorotus	534 Pa
Hyötysuhde	%
Kierrosluku	1254 1/min
Kierrosluku, max.	1550 1/min
Äänen tehotaso, A-painotettu	86 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	0.108578 / 868 Pa
Säätö, mitoituspiste / max.	80 / 100 %
Verkosta ottama teho	2.69 kW
Moottori	APPM-16-0550-30-02
Teho (nimellinen)	5.50 kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)	1600 1/min
Virta (nimellinen)	11.20 A
Hyötysuhde (nimellinen)	92 %
Jännite	3 ~ 400 V
Taajuus (nimellinen)	50 Hz
Taajuusmuuttaja	
Toimitustapa	Irrallaan
Ääni	
	63 125 250 500 1k 2k 4k 8k Hz
Imupuoli	85 89 84 78 77 69 67 64 dB
Painepuoli	75 93 86 85 80 73 70 68 dB
Puhallin	GPPM-1-00-063-11-0 5.50 kW 16P
lkkuna	FIZL-IL1-200
Ilmavirtamittari	FIZM-IM2-GPPM-063
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*
Valaisin	FVZV-VV1-1

Sulkutoiminto

FPOP-1600-1000-1-I-H

Sälepellin materiaali	
Painehäviö	1 Pa
Tarvittavat toimilaitteet, koko / lukumäärä	15 Nm / 1 kpl

Konealusta, TK1 / PK1

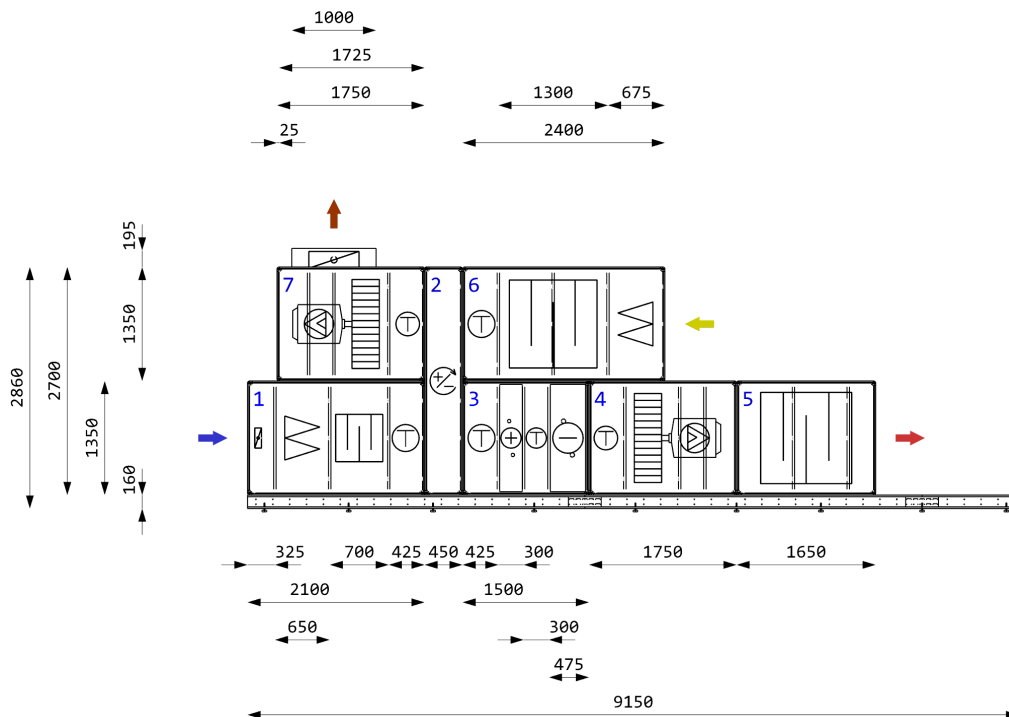
FKZA-1812-1-9150-160-1

Säätöjalka	FSZJ-SJ1-16 x 18
------------	------------------

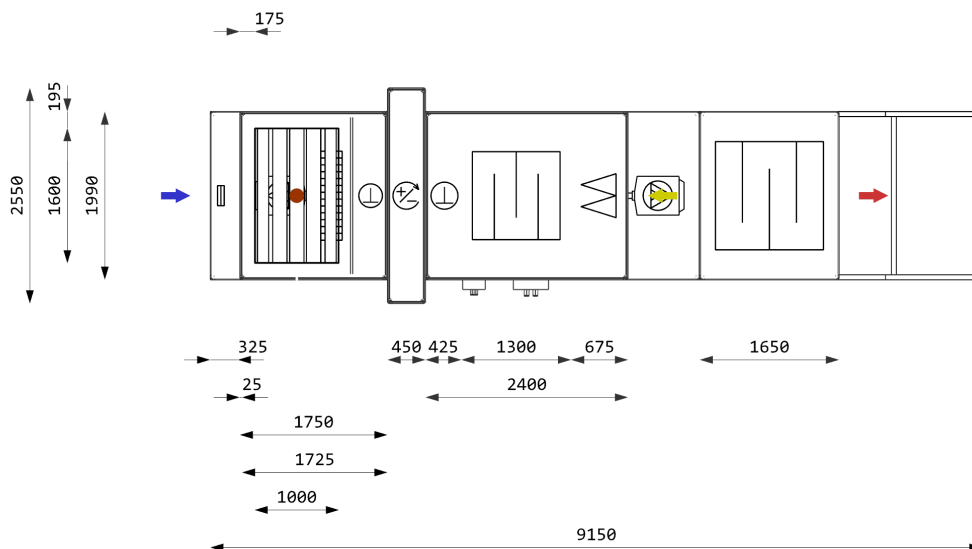
Koneen kuva

Mittakaava: Ei mittakaavaa

Huoltopuoli



Yläpuoli



Tiivysluokka CEN B, kun kone toimitetaan enintään 3 lohossa ja CEN A, kun kone toimitetaan 4 - 7 lohossa, lämpöeristys 50 mm.

Painot, mitat ja tilavuudet

Paino		2624.2	kg
Koneen tilavuus		33.1	m ³
Koneen vaippapinta-ala		86.3	m ²
1. Vaippamoduuli	FMOD-1812-R-1-2100-1-S 1990 x 1350 x 2100 mm	307	kg
		5.6	m ³
		15.1	m ²
2. Vaippamoduuli	FMOR-1812-R-2-1-AH-1-2-E-XL-S 2550 x 2700 x 450 mm	573	kg
		3.1	m ³
		9.5	m ²
3. Vaippamoduuli	FMOD-1812-R-1-1500-1-S 1990 x 1350 x 1500 mm	396	kg
		4.0	m ³
		10.0	m ²
4. Vaippamoduuli	FFTSE-1812-R-063-SB-1-1-2-1-3-S-3 1990 x 1350 x 1750 mm	258	kg
		4.7	m ³
		11.7	m ²
5. Vaippamoduuli	FMOD-1812-R-1-1650-1-S 1990 x 1350 x 1650 mm	211	kg
		4.4	m ³
		11.5	m ²
6. Vaippamoduuli	FMOD-1812-L-1-2400-1-S 1990 x 1350 x 2400 mm	303	kg
		6.4	m ³
		16.5	m ²
7. Vaippamoduuli	FFTSY-1812-L-063-SB-1-1-3-1-3-S-3 1990 x 1350 x 1750 mm	302	kg
		4.7	m ³
		12.1	m ²

Kohde XXX
Käsittelijä XXX

Koneen kuvaus

Ilman tiheys	1.2	kg/m ³
SFP	1.58	kW/(m ³ /s)
Tulokone		
Konekoko	1812	
Ilmavirta	3.20	m ³ /s
Otsapintanopeus	1.43	m/s
Raitisilmavirta		m ³ /s
Kanaviston painehäviö, pst	350	Pa
Poistokone		
Konekoko	1812	
Ilmavirta	3.00	m ³ /s
Otsapintanopeus	1.34	m/s
Kanaviston painehäviö, pst	350	Pa
Ulkoilma		
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	26.0 °C / 55	%
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	-29.0 °C / 90	%
Tuloilma		
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	14.0 °C / 89	%
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	20.0 °C / 13	%
Poistoilma		
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 30	%
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	22.0 °C / 30	%

Äänen tehotaso

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz	
Raitisilmakanavaan	67	70	56	39	26	7	0	0	dB	55 dB(A)
Tulokanavaan	64	78	58	45	36	24	24	39	dB	62 dB(A)
Poistokanavaan	72	71	52	33	28	12	8	17	dB	56 dB(A)
Jäteilmakanavaan	67	85	82	82	78	71	68	66	dB	83 dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	69	85	62	55	51	43	40	33	dB	69 dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	67	83	60	53	49	41	38	31	dB	67 dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	71	87	64	57	53	45	42	35	dB	71 dB(A)

Koneen toiminnot

Tulokone

Tyyppi

1. Vaippamoduuli

Tyyppi

Vaipan materiaali (sisä/ulko)

FMOD-1812-R-1-2100-1-S

Future

Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Sulkutoiminto

FPTP-1812-R-2-1-0-S

Sälepellin materiaali	
Painehäviö	1 Pa
Tarvittavat toimitilaitteet, koko / lukumäärä	15 Nm / 1 kpl

Suodatustoiminto, Pitkä, L

FSTF-1812-R-F7L-3-1-S-1

Suodatinluokka	F7L
Suodatinmateriaali	Lasikuitu
Suodattimen nimelliskoko	592 x 592 mm
Suodattimien lukumäärä	6 kpl
Mitoituspainehäviö	55 Pa
Alkupainehäviö	47 Pa
Loppupainehäviö (ODA2, 4000 h/a)	64 Pa
Nopeus suodatinmateriaalin läpi	0.08 m/s
Suodatin	FSZZ-F7L-1-592x592-C x 6
Varasuodatin	FSZZ-F7L-1-592x592-C x 6
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*
Varasuodatinsarja	

Äänenvaimennustoiminto

FVTK-1812-R-1-600-1-S

Vaimenninelementtien pituus	600 mm
Vaimennusmateriaalin puhdistus	Kuivapyyhittävä
Painehäviö	14 Pa
	63 125 250 500 1k 2k 4k 8k Hz
Äänenvaimennus	4 5 11 19 24 28 25 18 dB
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*

Tarkastustoiminto

FTTT-1812-R-400-S

Pituus	400 mm
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*

2. Vaippamoduuli

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Lämmöntalteenottotoiminto, pyörivä

FMOR-1812-R-2-1-AH-1-2-E-L-S

Roottorin halkaisija	2350 mm
Roottorin materiaali	Alumiini hygroskooppinen
Sektorointi	Ei
Puhtaaksipuhallussektori	Kyllä
Säätö	Ohjauskeskus

Painehäviö, tulo / poisto	69 / 65 Pa
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a talvella	-29.0 °C / 90 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella	13.3 °C / 28 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a talvella	23.0 °C / 20 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella	-22.1 °C / 99 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a kesällä	29.0 °C / 50 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä	25.7 °C / 58 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a kesällä	25.0 °C / 55 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä	28.5 °C / 47 %
Lämpötilahyötysuhde, tulo/poisto	81.3 / 86.7 %
Kosteushyötysuhde	80.4 %

Moottorin jännite	230 V
Moottorin taajuus	50 Hz
Moottorin virta	1.40 A
Moottorin teho	250 W
Säätökeskuksen sähköarvoja:	
Moottoriteho max.	0 W
Virta max.	5.10 A
Ylikuormitus 2 min / 30 min	6.63 A
Liityntäjännite	1 x 240 V
Liityntätaajuus	50-60 Hz
Roottori	FROR-2350-AH-E-L
lkkuna	FIZL-IL1-200
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-*

3. Vaippamoduuli

FMOD-1812-R-1-1500-1-S

Typpi

Future

Vaipan materiaali (sisä/ulko)

Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Tarkastustoiminto

FTTT-1812-R-400-S

Pituus

400 mm

Sarana, huoltoluokkuun

FSZH-SH1-*

Lämmitystoiminto, neste

FLTV-1812-R-1-1-1-S

Teholuokka

1

Putkien ja lamellien materiaali

Cu/Al

Patterin riviluku

2

Patterin reittiluku

16

Lamellijako

3.5 mm

Lamellipaksuus

0.15 mm

Putkiyhteet

SK40/42.0

Mitoitustilanne

Ilmapuolen painehäviö	8 Pa
Lämpötila ennen patteria	8.3 °C
Lämpötila patterin jälkeen	20.0 °C
Entalpia ennen patteria	13.2 kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	25.0 kJ/kg
Lämmitysteho	45.6 kW
Nestetyyppi	Vesi
Nesteen painehäviö	0 kPa
Nesteen painehäviö mitoitustilalla (60/40 °C)	1 kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	60.0 °C / 29.4 °C
Nestevirta	0.4 kg/s
Nestevirta mitoitustilalla (60/40 °C)	0.8 kg/s
Nesteen nopeus	0.1 m/s
Nestetilavuus	15 l
Lämmityspatteri	FLOV-1812-R-1-1-1-S-SK40/42.0

Tarkastustoiminto
FTTT-1812-R-300-S

Pituus	300 mm
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*

Jäähdytystoiminto, neste
FJTV-1812-R-4-1-2.4-23-1-100-S

Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Patterin riviluku	4
Patterin reittiluku	23
Lamellijako	2.4 mm
Lamellipaksuus	0.18 mm
Putkiyhteet	SK50/54.0

Mitoitustilanne

Ilmapuolen painehäviö	26 Pa
Lämpötila ennen patteria	26.0 °C
Lämpötila patterin jälkeen	14.0 °C
Entalpia ennen patteria	56.0 kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	36.7 kJ/kg
Jäähdytysteho / Tuntuva teho	74.0 / 46.4 kW
Kondenssivesimäärä	37.87 l/h
Nestetyyppi	Vesi
Nesteen painehäviö	18 kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	7.0 °C / 13.2 °C
Nestevirta	2.9 kg/s
Nesteen nopeus	1.0 m/s
Nestetilavuus	27 l

Jäähdytyspatteri
Vesilukko

FJOV-1812-R-4-1-2.4-23-1-100-S-SK50/54.0
FVZL-VL1-25/32

4. Vaippamoduuli

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Puhallintoiminto, kammiopuhallin	FFTSE-1812-R-063-SB-1-1-2-1-3-S-3
Puhallin	GPPM-1-00-063-11-0
Puhallinkoko	063
Puhaltimen pintakäsittely	Kuumasinkitty
Tärinänvaimennin	Kumi
Kokonaispaineenkorotus	543 Pa
Hyötysuhde	%
Kierrosluku	1260 1/min
Kierrosluku, max.	1550 1/min
Äänen tehotaso, A-painotettu	86 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	0.108578 / 868 Pa
Säätö, mitoituspiste / max.	81 / 100 %
Verkosta ottama teho	2.73 kW
Moottori	APPM-16-0550-30-02
Teho (nimellinen)	5.50 kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)	1600 1/min
Virta (nimellinen)	11.20 A
Hyötysuhde (nimellinen)	92 %
Jännite	3 ~ 400 V
Taajuus (nimellinen)	50 Hz

Taajuusmuuttaja

Toimitustapa Kytkettynä ja parametroituna

Ääni

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
Imupuoli	85	89	84	78	77	69	67	64	dB
Painepuoli	75	93	86	85	80	73	70	68	dB

Puhallin	GPPM-1-00-063-11-0 5.50 kW 16P
Taajuusmuuttajan kytkentä ja parametointi	FTZM
lkkuna	FIZL-IL1-200
Ilmavirtamittari	FIZM-IM2-GPPM-063
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*
Valaisin	FVZV-VV1-1

5. Vaippamoduuli

FMOD-1812-R-1-1650-1-S

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Äänenvaimennustoiminto

FVTK-1812-R-1-1500-1-S

Vaimenninelementtien pituus	1500	mm
Vaimennusmateriaalin puhdistus	Kuivapyyhittävä	
Painehäviö	20	Pa
	63 125 250 500 1k 2k 4k 8k	Hz
Äänenvaimennus	8 12 27 40 44 49 46 29	dB

Sarana, huoltoluokkuun

FSZH-SH1-*

Poistokone

Tyyppi

6. Vaippamoduuli

FMOD-1812-L-1-2400-1-S

Tyyppi

Future

Vaipan materiaali (sisä/ulko)

Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Suodatustoiminto, Pitkä, L

FSTF-1812-L-M5L-3-1-S-1

Suodatinluokka	M5L	
Suodatinmateriaali	Lasikuitu	
Suodattimen nimelliskoko	592 x 592	mm
Suodattimien lukumäärä	6	kpl
Mitoituspainehäviö	28	Pa
Alkupainehäviö	39	Pa
Loppupainehäviö (ODA2, 4000 h/a)	28	Pa
Nopeus suodatinmateriaalin läpi	0.13	m/s
Suodatin	FSZZ-M5L-1-592x592-C x 6	
Varasuodatin	FSZZ-M5L-1-592x592-C x 6	
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-*	
Varasuodatinsarja		

Äänenvaimennustoiminto

FVTK-1812-L-1-1200-1-S

Vaimenninelementtien pituus	1200	mm
Vaimennusmateriaalin puhdistus	Kuivapyyhittävä	
Painehäviö	16	Pa
	63 125 250 500 1k 2k 4k 8k	Hz
Äänenvaimennus	6 10 23 35 37 42 40 25	dB

Sarana, huoltoluokkuun

FSZH-SH1-*

Tarkastustoiminto

FTTT-1812-L-400-S

Pituus	400	mm
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-*	

7. Vaippamoduuli

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Puhallintoiminto, kammiopuhallin	FFTSY-1812-L-063-SB-1-1-3-1-3-S-3
Puhallin	GPPM-1-00-063-11-0
Puhallinkoko	063
Puhaltimen pintakäsittely	Kuumasinkitty
Tärinänvaimennin	Kumi
Kokonaispaineenkorotus	487 Pa
Hyötysuhde	%
Kierrosluku	1187 1/min
Kierrosluku, max.	1550 1/min
Äänen tehotaso, A-painotettu	84 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	0.108578 / 763 Pa
Säätö, mitoituspiste / max.	76 / 100 %
Verkosta ottama teho	2.30 kW
Moottori	APPM-16-0550-30-02
Teho (nimellinen)	5.50 kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)	1600 1/min
Virta (nimellinen)	11.20 A
Hyötysuhde (nimellinen)	92 %
Jännite	3 ~ 400 V
Taajuus (nimellinen)	50 Hz
Taajuusmuuttaja	
Toimitustapa	Irrallaan
Ääni	
	63 125 250 500 1k 2k 4k 8k Hz
Imupuoli	83 87 82 76 75 67 65 62 dB
Painepuoli	73 91 84 83 78 71 68 66 dB
Puhallin	GPPM-1-00-063-11-0 5.50 kW 16P
lkkuna	FIZL-IL1-200
Ilmavirtamittari	FIZM-IM2-GPPM-063
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*
Valaisin	FVZV-VV1-1

Sulkutoiminto

FPOP-1600-1000-1-I-H

Sälepellin materiaali	
Painehäviö	1 Pa
Tarvittavat toimilaitteet, koko / lukumäärä	15 Nm / 1 kpl

Konealusta, TK2 / PK2

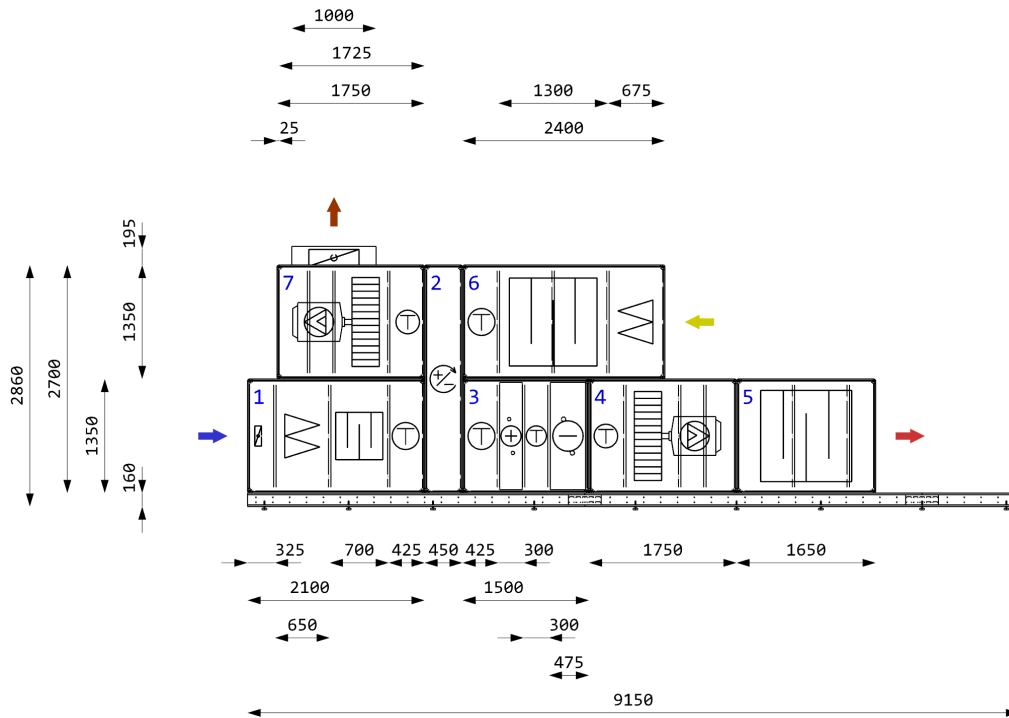
FKZA-1812-1-9150-160-1

Säätöjalka	FSZJ-SJ1-16 x 18
------------	------------------

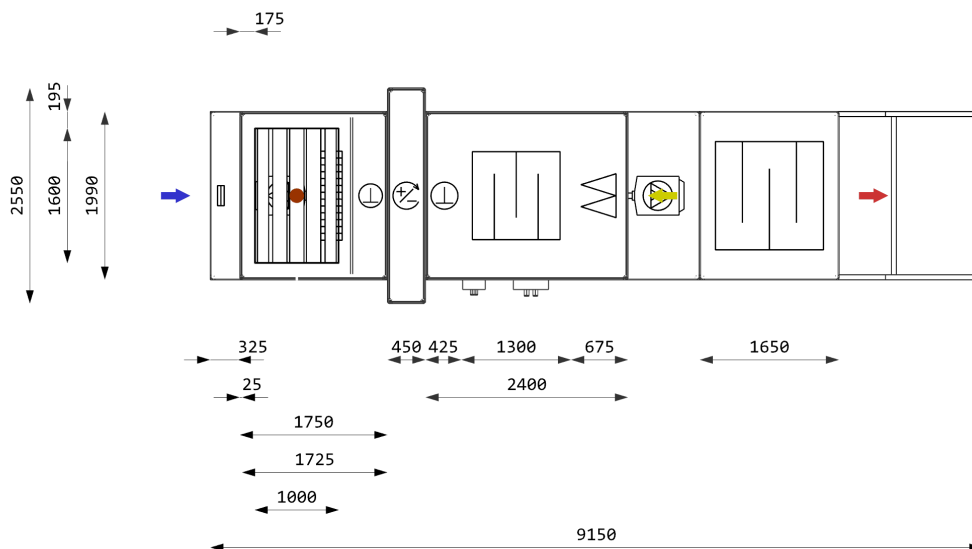
Koneen kuva

Mittakaava: Ei mittakaavaa

Huoltopuoli



Yläpuoli



Tiivysluokka CEN B, kun kone toimitetaan enintään 3 lohossa ja CEN A, kun kone toimitetaan 4 - 7 lohossa, lämpöeristys 50 mm.

Painot, mitat ja tilavuudet

Paino		2596.4	kg
Koneen tilavuus		33.1	m ³
Koneen vaippapinta-ala		86.3	m ²
1. Vaippamoduuli	FMOD-1812-R-1-2100-1-S 1990 x 1350 x 2100 mm	307	kg
		5.6	m ³
		15.1	m ²
2. Vaippamoduuli	FMOR-1812-R-2-1-AH-1-2-E-L-S 2550 x 2700 x 450 mm	546	kg
		3.1	m ³
		9.5	m ²
3. Vaippamoduuli	FMOD-1812-R-1-1500-1-S 1990 x 1350 x 1500 mm	396	kg
		4.0	m ³
		10.0	m ²
4. Vaippamoduuli	FFTSE-1812-R-063-SB-1-1-2-1-3-S-3 1990 x 1350 x 1750 mm	258	kg
		4.7	m ³
		11.7	m ²
5. Vaippamoduuli	FMOD-1812-R-1-1650-1-S 1990 x 1350 x 1650 mm	211	kg
		4.4	m ³
		11.5	m ²
6. Vaippamoduuli	FMOD-1812-L-1-2400-1-S 1990 x 1350 x 2400 mm	303	kg
		6.4	m ³
		16.5	m ²
7. Vaippamoduuli	FFTSY-1812-L-063-SB-1-1-3-1-3-S-3 1990 x 1350 x 1750 mm	302	kg
		4.7	m ³
		12.1	m ²

Kohde XXX
Käsittelijä XXX

Koneen kuvaus

Ilman tiheys	1.2	kg/m ³
SFP	1.95	kW/(m ³ /s)
Tulokone		
Konekoko	1812	
Ilmavirta	4.40	m ³ /s
Otsapintanopeus	1.97	m/s
Raitisilmavirta		m ³ /s
Kanaviston painehäviö, pst	350	Pa
Poistokone		
Konekoko	1812	
Ilmavirta	4.20	m ³ /s
Otsapintanopeus	1.88	m/s
Kanaviston painehäviö, pst	350	Pa
Ulkoilma		
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	26.0 °C / 55	%
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	-29.0 °C / 90	%
Tuloilma		
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	14.0 °C / 90	%
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	20.0 °C / 13	%
Poistoilma		
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 30	%
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	22.0 °C / 30	%

Äänen tehotaso

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz	
Raitisilmakanavaan	60	73	58	40	26	10	0	0	dB	57 dB(A)
Tulokanavaan	67	79	62	47	37	26	26	39	dB	64 dB(A)
Poistokanavaan	78	78	59	40	35	19	15	24	dB	62 dB(A)
Jäteilmakanavaan	73	92	88	89	85	78	75	73	dB	90 dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	73	87	66	57	52	45	42	33	dB	71 dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	74	90	67	60	56	48	45	38	dB	74 dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	76	92	69	62	57	50	47	39	dB	76 dB(A)

Koneen toiminnot

Tulokone

Tyyppi

1. Vaippamoduuli

Tyyppi

Vaipan materiaali (sisä/ulko)

FMOD-1812-R-1-2100-1-S

Future

Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Sulkutoiminto

FPTP-1812-R-2-1-0-S

Sälepellin materiaali	
Painehäviö	2 Pa
Tarvittavat toimitilaitteet, koko / lukumäärä	15 Nm / 1 kpl

Suodatustoiminto, Pitkä, L

FSTF-1812-R-F7L-3-1-S-1

Suodatinluokka	F7L
Suodatinmateriaali	Lasikuitu
Suodattimen nimelliskoko	592 x 592 mm
Suodattimien lukumäärä	6 kpl
Mitoituspainehäviö	91 Pa
Alkupainehäviö	72 Pa
Loppupainehäviö (ODA2, 4000 h/a)	113 Pa
Nopeus suodatinmateriaalin läpi	0.11 m/s
Suodatin	FSZZ-F7L-1-592x592-C x 6
Varasuodatin	FSZZ-F7L-1-592x592-C x 6
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*
Varasuodatinsarja	

Äänenvaimennustoiminto

FVTK-1812-R-1-600-1-S

Vaimenninelementtien pituus	600 mm
Vaimennusmateriaalin puhdistus	Kuivapyyhittävä
Painehäviö	23 Pa
	63 125 250 500 1k 2k 4k 8k Hz
Äänenvaimennus	4 5 11 19 24 28 25 18 dB
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*

Tarkastustoiminto

FTTT-1812-R-400-S

Pituus	400 mm
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*

2. Vaippamoduuli

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Lämmöntalteenottotoiminto, pyörivä

FMOR-1812-R-2-1-AH-1-2-E-L-S

Roottorin halkaisija	2350 mm
Roottorin materiaali	Alumiini hygroskooppinen
Sektorointi	Ei
Puhtaaksipuhallussektori	Kyllä
Säätö	Ohjauskeskus

Painehäviö, tulo / poisto	94 / 89 Pa
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a talvella	-29.0 °C / 90 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella	11.9 °C / 30 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a talvella	23.0 °C / 20 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella	-19.8 °C / 99 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a kesällä	29.0 °C / 50 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä	25.9 °C / 58 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a kesällä	25.0 °C / 55 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä	28.3 °C / 47 %
Lämpötilahyötysuhde, tulo/poisto	78.6 / 82.3 %
Kosteushyötysuhde	76.6 %

Moottorin jännite	230 V
Moottorin taajuus	50 Hz
Moottorin virta	1.40 A
Moottorin teho	250 W
Säätökeskuksen sähköarvoja:	
Moottoriteho max.	0 W
Virta max.	5.10 A
Ylikuormitus 2 min / 30 min	6.63 A
Liityntäjännite	1 x 240 V
Liityntätaajuus	50-60 Hz
Roottori	FROR-2350-AH-E-L
lkkuna	FIZL-IL1-200
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-*

3. Vaippamoduuli

FMOD-1812-R-1-1500-1-S

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Tarkastustoiminto	FTTT-1812-R-400-S
Pituus	400 mm
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-*

Lämmitystoiminto, neste

FLTV-1812-R-1-1-1-S

Teholuokka	1
Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Patterin riviluku	2
Patterin reittiluku	16
Lamellijako	3.5 mm
Lamellipaksuus	0.15 mm
Putkiyhteet	SK40/42.0

Mitoitustilanne

Ilmapuolen painehäviö	14 Pa
Lämpötila ennen patteria	6.9 °C
Lämpötila patterin jälkeen	20.0 °C
Entalpia ennen patteria	11.6 kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	24.9 kJ/kg
Lämmitysteho	70.1 kW
Nestetyyppi	Vesi
Nesteen painehäviö	1 kPa
Nesteen painehäviö mitoituslämpötilalla (60/40 °C)	2 kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	60.0 °C / 33.4 °C
Nestevirta	0.6 kg/s
Nestevirta mitoituslämpötilalla (60/40 °C)	1.0 kg/s
Nesteen nopeus	0.2 m/s
Nestetilavuus	15 l
Lämmityspatteri	FLOV-1812-R-1-1-1-S-SK40/42.0

Tarkastustoiminto

FTTT-1812-R-300-S

Pituus	300 mm
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*

Jäähdytystoiminto, neste

FJTV-1812-R-5-1-2.4-37-1-100-S

Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Patterin riviluku	5
Patterin reittiluku	37
Lamellijako	2.4 mm
Lamellipaksuus	0.18 mm
Putkiyhteet	SK50/54.0

Mitoitustilanne

Ilmapuolen painehäviö	53 Pa
Lämpötila ennen patteria	26.0 °C
Lämpötila patterin jälkeen	14.0 °C
Entalpia ennen patteria	56.0 kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	37.0 kJ/kg
Jäähdytysteho / Tuntuva teho	100.3 / 63.8 kW
Kondenssivesimäärä	50.03 l/h
Nestetyyppi	Vesi
Nesteen painehäviö	15 kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	7.0 °C / 12.9 °C
Nestevirta	4.1 kg/s
Nesteen nopeus	0.9 m/s
Nestetilavuus	34 l

Jäähdytyspatteri
Vesilukko

FJOV-1812-R-5-1-2.4-37-1-100-S-SK50/54.0
FVZL-VL1-25/32

4. Vaippamoduuli

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Puhallintoiminto, kammiopuhallin	FFTSE-1812-R-080-SB-1-1-2-1-3-S-3
Puhallin	GPPM-1-00-080-11-0
Puhallinkoko	080
Puhaltimen pintakäsittely	Kuumasinkitty
Tärinänvaimennin	Kumi
Kokonaispaineenkorotus	660 Pa
Hyötysuhde	%
Kierrosluku	999 1/min
Kierrosluku, max.	1200 1/min
Äänen tehotaso, A-painotettu	88 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	0.171233 / 660 Pa
Säätö, mitoituspiste / max.	83 / 100 %
Verkosta ottama teho	4.58 kW
Moottori	APPM-12-0750-30-02
Teho (nimellinen)	7.50 kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)	1200 1/min
Virta (nimellinen)	15.40 A
Hyötysuhde (nimellinen)	93 %
Jännite	3 ~ 400 V
Taajuus (nimellinen)	50 Hz
Taajuusmuuttaja	
Toimitustapa	Kytkettynä ja parametroituna
Ääni	
	63 125 250 500 1k 2k 4k 8k Hz
Imupuoli	78 92 86 79 77 72 67 65 dB
Painepuoli	79 95 90 87 81 75 72 68 dB
Puhallin	GPPM-1-00-080-11-0 7.50 kW 12P
Taajuusmuuttajan kytkentä ja parametointi	FTZM
lkkuna	FIZL-IL1-200
Ilmavirtamittari	FIZM-IM2-GPPM-080
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*
Valaisin	FVZV-VV1-1

5. Vaippamoduuli

FMOD-1812-R-1-1650-1-S

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Äänenvaimennustoiminto

FVTK-1812-R-1-1500-1-S

Vaimenninelementtien pituus	1500	mm
Vaimennusmateriaalin puhdistus	Kuivapyyhittävä	
Painehäviö	34	Pa
	63 125 250 500 1k 2k 4k 8k	Hz
Äänenvaimennus	8 12 27 40 44 49 46 29	dB

Sarana, huoltoluokkuun

FSZH-SH1-*

Poistokone

Tyyppi

6. Vaippamoduuli

FMOD-1812-L-1-2400-1-S

Tyyppi

Future

Vaipan materiaali (sisä/ulko)

Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Suodatustoiminto, Pitkä, L

FSTF-1812-L-M5L-3-1-S-1

Suodatinluokka	M5L
Suodatinmateriaali	Lasikuitu
Suodattimen nimelliskoko	592 x 592 mm
Suodattimien lukumäärä	6 kpl
Mitoituspainehäviö	48 Pa
Alkupainehäviö	61 Pa
Loppupainehäviö (ODA2, 4000 h/a)	52 Pa
Nopeus suodatinmateriaalin läpi	0.19 m/s
Suodatin	FSZZ-M5L-1-592x592-C x 6
Varasuodatin	FSZZ-M5L-1-592x592-C x 6
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-*
Varasuodatinsarja	

Äänenvaimennustoiminto

FVTK-1812-L-1-1200-1-S

Vaimenninelementtien pituus	1200	mm
Vaimennusmateriaalin puhdistus	Kuivapyyhittävä	
Painehäviö	28	Pa
	63 125 250 500 1k 2k 4k 8k	Hz
Äänenvaimennus	6 10 23 35 37 42 40 25	dB

Sarana, huoltoluokkuun

FSZH-SH1-*

Tarkastustoiminto

FTTT-1812-L-400-S

Pituus	400	mm
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-*	

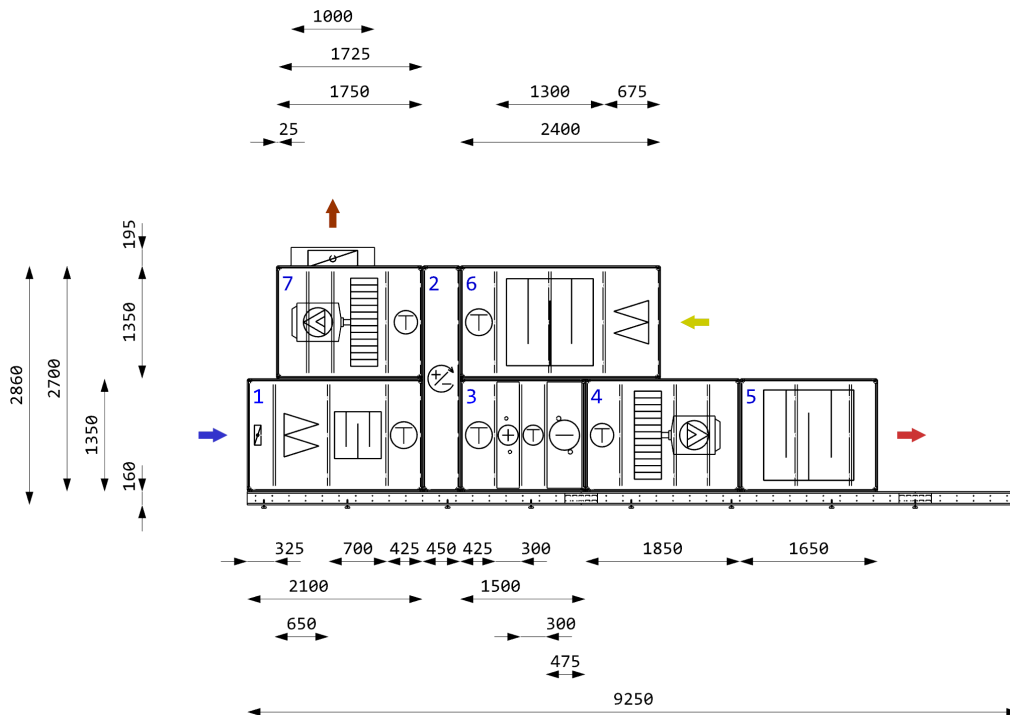
7. Vaippamoduuli

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Puhallintoiminto, kammiopuhallin	FFTSY-1812-L-063-SB-1-1-3-1-3-S-3
Puhallin	GPPM-1-00-063-11-0
Puhallinkoko	063
Puhaltimen pintakäsittely	Kuumasinkitty
Tärinänvaimennin	Kumi
Kokonaispaineenkorotus	570 Pa
Hyötysuhde	%
Kierrosluku	1472 1/min
Kierrosluku, max.	1800 1/min
Äänen tehotaso, A-painotettu	91 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	0.108578 / 1496 Pa
Säätö, mitoituspiste / max.	81 / 100 %
Verkosta ottama teho	4.05 kW
Moottori	APPM-18-0750-30-02
Teho (nimellinen)	7.50 kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)	1800 1/min
Virta (nimellinen)	15.60 A
Hyötysuhde (nimellinen)	93 %
Jännite	3 ~ 400 V
Taajuus (nimellinen)	50 Hz
Taajuusmuuttaja	
Toimitustapa	Irrallaan
Ääni	
	63 125 250 500 1k 2k 4k 8k Hz
Imupuoli	89 94 89 83 82 74 72 69 dB
Painepuoli	80 98 91 90 85 78 75 73 dB
Puhallin	GPPM-1-00-063-11-0 7.50 kW 18P
lkkuna	FIZL-IL1-200
Ilmavirtamittari	FIZM-IM2-GPPM-063
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*
Valaisin	FVZV-VV1-1
Sulkutoiminto	FPOP-1600-1000-1-I-H
Sälepellin materiaali	
Painehäviö	2 Pa
Tarvittavat toimilaitteet, koko / lukumäärä	15 Nm / 1 kpl
Konealusta, TK3 / PK3	FKZA-1812-1-9250-160-1
Säätöjalka	FSZJ-SJ1-16 x 18

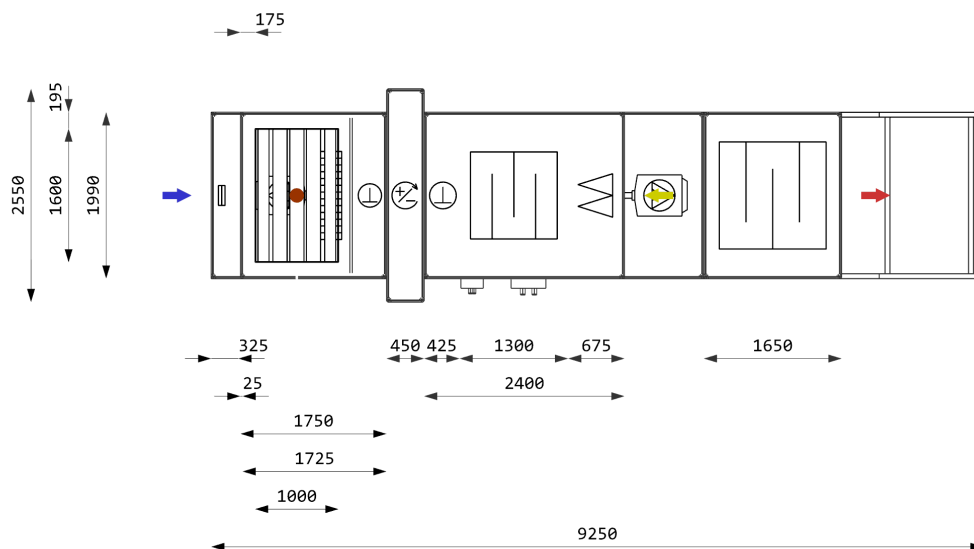
Koneen kuva

Mittakaava: Ei mittakaavaa

Huoltopuoli



Yläpuoli



Tiivysluokka CEN B, kun kone toimitetaan enintään 3 lohossa ja CEN A, kun kone toimitetaan 4 - 7 lohossa, lämpöeristys 50 mm.

Painot, mitat ja tilavuudet

Paino		2717.0	kg
Koneen tilavuus		33.3	m ³
Koneen vaippapinta-ala		87.0	m ²
1. Vaippamoduuli	FMOD-1812-R-1-2100-1-S 1990 x 1350 x 2100 mm	307	kg
		5.6	m ³
		15.1	m ²
2. Vaippamoduuli	FMOR-1812-R-2-1-AH-1-2-E-L-S 2550 x 2700 x 450 mm	546	kg
		3.1	m ³
		9.5	m ²
3. Vaippamoduuli	FMOD-1812-R-1-1500-1-S 1990 x 1350 x 1500 mm	429	kg
		4.0	m ³
		10.0	m ²
4. Vaippamoduuli	FFTSE-1812-R-080-SB-1-1-2-1-3-S-3 1990 x 1350 x 1850 mm	343	kg
		5.0	m ³
		12.4	m ²
5. Vaippamoduuli	FMOD-1812-R-1-1650-1-S 1990 x 1350 x 1650 mm	211	kg
		4.4	m ³
		11.5	m ²
6. Vaippamoduuli	FMOD-1812-L-1-2400-1-S 1990 x 1350 x 2400 mm	303	kg
		6.4	m ³
		16.5	m ²
7. Vaippamoduuli	FFTSY-1812-L-063-SB-1-1-3-1-3-S-3 1990 x 1350 x 1750 mm	302	kg
		4.7	m ³
		12.1	m ²

KOHDETIEDOT	Pvm: _____ . 201__
Nimi _____	
Osoite _____	
Yhteyshenkilö _____	Lomakkeen täyttäjä _____
Hanke _____	Yritys _____
Piirustusnumero _____	Yhteystiedot _____

SUUNNITELMAN MUKAINEN KONE	TARJOTTU KONE	EROAVAIJUUS
----------------------------	---------------	-------------

Koneen kuvaus

TK1 Laskuri
 Koteloitu tuloilmakoje

Koneen tiedot	Fläktwoods	eQ-045		S	T
Ilmavirta				0	0
Tuloilma	3,4 m ³ /s		4 m ³ /s	-0,60 m ³ /s	1 0
Poistoilma	3,2 m ³ /s		3,4 m ³ /s	-0,20 m ³ /s	1 0
					0 0
Kojeen ulkoiset painehäviöt					0 0
Tuloilma	350 Pa		400 Pa	-50,00 Pa	1 0
Poistoilma	350 Pa		400 Pa	-50,00 Pa	1 0
					0 0
SFPv	1,78 kW/m ³ /s		2 kW/m ³ /s	-0,22 kW/m ³ /s	1 0
					0 0
Rakenne					0 0
Sisäsovitteinen	X		X	Ok	0 0
Vaippa sinkittyä peltiä	X		X	Ok	0 0

Lämpöeristys	T3		T3		Ok	0	0	
Tiiviysluokka	CEN 3		CEN 3		Ok	0	0	
Palkkialusta	X		X		Ok	0	0	
Äänitasot (LwA)							0	0
Tuloilma						0	0	
imupuoli	51	dB (A)	40	dB (A)	11	dB (A)	0	1
painepuoli	57	dB (A)	60	dB (A)	-3	dB (A)	1	0
Poistoilma						0	0	
imupuoli	51	dB (A)	40	dB (A)	11	dB (A)	0	1
painepuoli	80	dB (A)	83	dB (A)	-3	dB (A)	1	0
Ympäristöön	55	dB (A)	50	dB (A)	5	dB (A)	0	1
Osat tuloilma							0	0
1. peltiosa							0	0
lämpöeristetty	X		X		Ok	0	0	
tiiviyysluokka	CEN 4		CEN 4		Ok	0	0	
sisältää rakenneosan	X		X		Ok	0	0	
2. Pitkä suodatin							0	0
suodatinluokka	F7		X		Ok	0	0	
vaihtosuodattimet 1 sarja	X		X		Ok	0	0	
3. Äänenvaimennin (I)							0	0
ovi ja ulosvedettävät lamellit	500	mm	600	mm	-100	mm	1	0
	X		X		Ok	0	0	
4. Rakenneosa (I)							0	0
	300	mm	300	mm	0	mm	0	0
5. LTO-roottori							0	0
talvi	193	W	189	W	4	W	0	1

	Tulo	Poisto	yht.		Tulo	Poisto	yht.		ero	
Paino (Kg)	1770	605	2375 Kg		1670	100	1770 Kg		605 Kg	0 0
	lev.	pit.	kork.		lev.	pit.	kork.			0 1
Koneen mitat (asennettuna),mm	1200	7000	1400 mm	11,76 m ³	1200	7300	1650 mm	14,5 m ³	2,7 m ³	0 0
	lev.	pit.	kork.		lev.	pit.	kork.			0 1
Huoltotila koneen ympärillä	600	7000	2500 mm	10,5 m ³	400	7300	1650 mm	4,82 m ³	-5,7 m ³	0 0
Hinta alv. 0%	4567 €				6500 €				-1933 €	1 0
Hinta alv. 24%	5663,1 €				8060 €				-2397 €	1 0
Rahti	600 €				550 €				50 €	0 1
Yhteensä	10830 €				15110 €				-4280 €	1 0
									Yhteensä:	# 16

Kostutusosa

Hinta ei välttämättä ole suunnittelijan tiedossa

Hintavaikutus urakkaan nähden; nostaa hintaa tai laskee hintaa